

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**CAMBIOS MULTITEMPORALES
DEL FUTURO
“PARQUE NACIONAL DE
LAS CUMBRES DE LA
SIERRA DE GUADARRAMA”
MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN**

Autora: Alba Meijide Méndez

Tutora: M^a Eugenia Pérez González

Máster en Tecnologías de la Información Geográfica

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por haberme dado la oportunidad de realizar estos estudios, a mi tutora por la paciencia que ha tenido y a toda la gente que conozco que me ha animado cuando no sabía como seguir.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVOS
 - 2.1 Objetivo general
 - 2.2 Objetivos específicos
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO
 - 3.1 Relieve
 - 3.2 Vegetación
 - 3.3 Actividades antrópicas
 - 3.4 Núcleos urbanos
4. LEGISLACIÓN
 - 4.1 Derivados de convenios internacionales
 - 4.2 Derivados de la legislación comunitaria
 - 4.3 Derivados de la legislación estatal
5. MATERIAL Y MÉTODOS
 - 5.1 Programas
 - 5.2 Capas descargadas
 - 5.3 Capas creadas
 - 5.4 Dificultades del material utilizado
6. CAMBIOS MULTITEMPORALES
 - 6.1 Proyecto CORINE
 - 6.2 Análisis de los cambios
 - 6.2.1 Cambios entre los años 1990 y 2000
 - 6.2.2 Cambios entre los años 2000 y 2006
 - 6.2.3 Cambios urbanos multitemporales en los límites del parque
7. CONCLUSIONES
8. BIBLIOGRAFÍA
 - 8.1 Bibliografía papel
 - 8.2 Páginas web
 - 8.3 Legislación

1. INTRODUCCIÓN

La zona de la sierra de Guadarrama es un enclave muy importante debido a que es un espacio montañoso y verde situado muy cerca de la gran urbe de Madrid y de la ciudad de Segovia, con lo que a parte de tener un gran valor ecológico, se encuentra sometido a una presión humana muy elevada.

Hace varios años se lanzó la propuesta de declarar la zona como Parque Nacional de las Cumbres de la Sierra de Guadarrama, hecho que ha levantado mucha polémica por parte de distintos grupos, tanto por su nivel de protección, como por el área definida y las actividades llevadas a cabo en el lugar.

Por esta razón y por su alto valor ecológico, se ha elegido esta zona, como área de estudio para llevar a cabo el análisis multitemporal de los cambios sufridos durante los últimos años. Para ello se utilizaron las capas existentes de los usos del suelo del proyecto CORINE como base para extraer los cambios. Una vez obtenidos, se ha comprobado la veracidad de cada polígono resultante, utilizando las imágenes de satélite disponibles, aplicando distintas combinaciones de bandas e índices sobre las imágenes, así como también el conocimiento existente sobre algunas zonas del área de estudio e información extraída de diversas fuentes.

Finalmente, con los resultados obtenidos de este análisis se han extraído una serie de conclusiones sobre la dinámica de cambios de la zona estudiada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este estudio es determinar los cambios multitemporales que han acaecido en la zona propuesta como futuro parque nacional a lo largo de los últimos años, utilizando cartografía de usos del suelo e imágenes de satélite existentes.

2.2 Objetivos específicos

Además del objetivo general, que es el fin principal del proyecto, se han determinado los siguientes objetivos específicos, necesarios para alcanzar el objetivo principal:

- Mostrar una visión general de las características e historia de la zona.
- Ver los cambios de vegetación que ha sufrido la zona de estudio, según las capas del CORINE.
- Analizar los cambios que han sufrido los núcleos de población que se encuentran en la zona limítrofe de la zona de estudio, tanto el número de habitantes como el aumento del área de ocupación.
- Mejorar la capacidad de fotointerpretar las imágenes de satélite y sus distintas combinaciones de bandas.
- Poner en práctica las herramientas y posibilidades que ofrecen programas relacionados con las Tecnologías de la Información Geográfica como son el ArcGis 10 y el programa ERDAS 10.

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para definir el área de estudio se ha tomado la superficie que se ha propuesto como Parque Nacional, incluyendo la zona de parque propiamente dicha y la zona periférica de protección, tomando como límite esta última, incluyendo las zonas que se encuentran dentro y están excluidas de la figura de protección como veremos posteriormente.

La zona se encuentra situada entre las Comunidades autónomas de Madrid y Castilla y León (Segovia) como se muestra en la Figura 1. Tiene una extensión aproximada de 34.473 ha.



Figura 1. Situación del área de estudio. Elaboración propia

Con el fin de tener una idea de la zona, su historia, su dinámica, sus cambios y las actividades que se llevan a cabo en ella se han analizado los siguientes aspectos, tanto naturales como antrópicos:

3.1 Relieve

En relación con el relieve se ha analizado su orografía, valles y codales montañosos, así como también la red hidrológica compuesta por los ríos que discurren por la zona y los cuerpos de agua existentes.

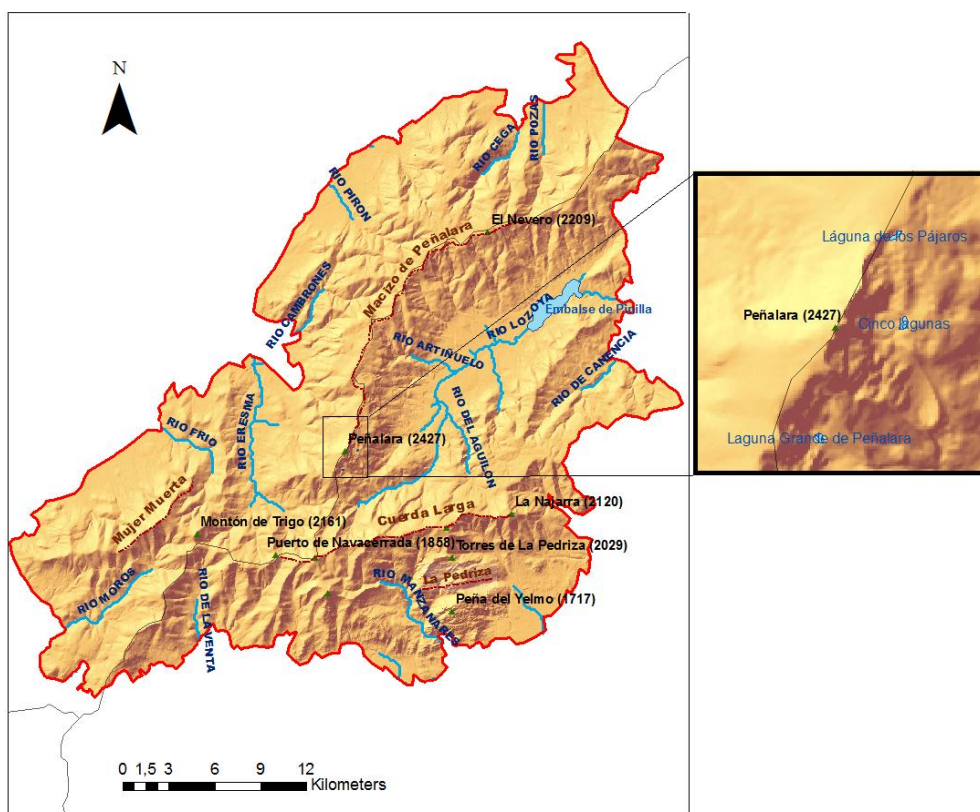


Figura2. Relieve de la zona (orografía e hidrografía). Elaboración propia

Como podemos observar en la Figura2, en la zona podemos destacar cuatro cordales montañosos principales:

En primer lugar el **Macizo de Peñalara**, que atraviesa la zona de norte a sur. En este macizo se encuentra el punto más alto de la sierra, Peñalara, con 2.427 metros de altitud. En el circo de Peñalara encontramos las lagunas de origen glacial: Laguna de los Pájaros, Cinco Lagunas y Laguna Grande de Peñalara (Imagen 1), protegidas por su importancia y las especies animales que en ellas habitan.



Imagen 1. Laguna Grande de Peñalara. Fuente: Alba Meijide Méndez

Al oeste de este macizo discurre el río Lozoya que forma un gran valle dónde se encuentra el Embalse de Pinilla, construido entre los años 1965 y 1967 como consecuencia de una importante sequía sufrida en la década de 1960 que obligó a restringir el agua de Madrid en 1964, destaca por su intenso aprovechamiento hidráulico. Se encuentra entre Lozoya y Pinilla del Valle, donde se diseñó una presa para que recogiese las aguas del río en la parte superior del valle, donde las lluvias son más abundantes y regulares, la presa tiene una longitud de 300 metros y una altura de 30. El embalse ocupa una superficie de 480 ha y sus principales usos son el abastecimiento y la pesca.

El cordal montañoso que recorre la zona de este a oeste es la **Cuerda Larga** que da nombre a una de las rutas más conocidas de la zona, pasando por algunas de las cimas más importantes de este lugar, como son, de este a oeste, La Najarra (2.120), Los Bailanderos (2.137), Asómate de Hoyos (2.242), Cabezas de Hierro (2.381), la Bola del Mundo (2.246), terminando en el Puerto de Navacerrada.

Otra zona de gran importancia por su peculiaridad es **La Pedriza**, que se encuentra en la parte suroeste del área de estudio. Pertenece al Parque Regional de la Cuenca Alta del río Manzanares, ya que al este de esta formación discurre el importante río Manzanares que da nombre al parque. Es una composición de rocas graníticas pulidas y redondeadas, está dividida en tres macizos diferenciados: El Alcornocal, la Pedriza Anterior y la Pedriza Posterior. La peña más representativa de la Pedriza, es el Yelmo con 1.717 metros de altitud y la más alta, las Torres con 2.029 metros.

Por último, al este del área de estudio nos encontramos con la zona de **La mujer muerta**, reconocida por tener forma como su nombre indica de mujer muerta, con una longitud de 11 km y orientada dirección Noreste-Suroeste, es una serie de montañas desnudas donde sólo crecen piornales. En esta zona se concentran los mayores canchales de la Sierra de Guadarrama. Al este de la mujer muerta, discurre el río Eresma que atraviesa el valle de Valsaín dónde se encuentra la famosa masa boscosa del pinar de Valsaín.

3.2 Vegetación

Otro aspecto importante de una zona son las especies vegetales existentes, que están íntimamente relacionadas con el relieve y la altitud, ya que las poblaciones vegetales en un sistema montañoso siguen una sucesión natural. Llegada cierta altura las masas boscosas ya no se pueden desarrollar debido a las duras condiciones presentes, lo que se denomina como límite superior del bosque (Imagen 2), por lo tanto las distintas comunidades de especies vegetales se van sustituyendo siguiendo la secuencia de bosques-matorrales-prados alpinos. De igual forma las comunidades siguen una sucesión temporal en la que se va sustituyendo una comunidad por otra, hasta la llamada etapa clímax que es la etapa de máximo desarrollo (Smith, Smith, 2006).



Imagen 2. Peñalara. Fuente: Alba Meijide Méndez

En la sierra de Guadarrama la vegetación presente por rangos de altitud es la siguiente (Tornero, 2005):

Entre los 1200 y 2000 metros de altitud, se extiende el **pinar** que en la sierra de Guadarrama es una formación muy común, ya que constituye la etapa clímax, por la altitud, el clima y la composición del suelo. Se trata de pinares silicícolas de pino albar (*Pinus sylvestris*), que ocupan grandes superficies sobre suelos poco desarrollados. La madera de algunas zonas de pinar de la sierra, como el pinar de Valsaín, se comercializa. Además del pino albar puede aparecer, aunque en menor medida, el pino laricio (*Pinus nigra*).

Es importante destacar que existen zonas que han sido repobladas, con mayor o menor éxito, con especies de pinos que no son las más apropiadas para las condiciones de clima y suelo existentes, por lo tanto no serán igual de productivos. Esto hecho se debe al rápido crecimiento de los pinos respecto al de otras especies como son el roble o la encina que es más lento. Las especies utilizadas son el pino piñonero (*Pinus pinea*) y el pino resinero (*Pinus pinaster*). Como consecuencia de estas repoblaciones el límite de las formaciones boscosas de pinos no es el natural y ocupan una superficie mayor que la que en condiciones normales ocuparían (Rodríguez, 2006).

Otro tipo de masa boscosa que se desarrolla en esta zona hasta los 1600 metros de altitud aproximadamente, son los **melojares**, formados por el roble melojo o rebollo (*Quercus pyrenaica*), que es un árbol caducifolio. Su madera es bastante deformable y sensible a los cambios de humedad, además de tener unos troncos tortuosos, con lo que su madera no es muy demandada. Sus masas se han utilizado para obtener leñas y carbones que poseen un gran poder calorífico, lo que ha hecho que fueran cortados aproximadamente cada 10 años, por lo tanto existen pocas formaciones boscosas de estos árboles muy desarrolladas.

A mayor altura, cuando ya no se desarrollan especies vegetales de porte arbóreo, entre los 1800 y 2100 metros de altitud se desarrolla el **piornal**, aparecen por encima del pinar, constituye una formación vegetal dominada por el piorno serrano (*Cytisus oromediterraneus*) y el enebro rastrero (*Juniperus communis*), especies con poco desarrollo vertical y formas leñosas. Estos piornales se utilizaban como agostaderos, para alimentar al ganado una vez que se agotaba el pasto de los niveles más bajos, ya que el piorno al ser una leguminosa proporcionaba una buena alimentación. Además eran sometidos a quemas frecuentes para mejorar las condiciones como pastaderos, lo que duraba poco al ser invadido nuevamente por el piornal.

Ya a mayor altitud, por encima de los 2100-2200 metros de altitud, se desarrollan los **céspedes alpinos** de las cumbres, las comunidades vegetales a estas alturas son de corto período vegetativo, no superior a los cuatro meses, debido a las bajas temperaturas medias anuales, la insolación y la acción constante del viento. Son céspedes gramíneos de especies como *Festuca indigesta* y *Hieracium vahlii*, que han tenido que conformar sus órganos para resistir las condiciones xéricas durante largos períodos debido a la sequía estival, el excesivo drenaje del suelo y la acción desecante del viento.



Figura3. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Vegetaci%C3%B3n_de_Guadarrama.PNG

3.3 Actividades antrópicas

Se han estudiado las actividades relacionadas con el ser humano más importantes de la zona, debido a su reelevancia, ya que al ser una zona que se quiere declarar parque nacional, es importante limitar o controlar estas actividades.

Además del aprovechamiento hidráulico que deriva del embalse de Pinilla, mencionado anteriormente, podemos encontrar diversas actividades deportivas que se llevan a cabo en la zona como es el senderismo. Existen innumerables rutas por toda la zona, como es la conocida ruta de la Cuerda Larga o la subida a Peñalara. También se practica la escalada, la zona de la Pedriz, concretamente, es una escuela de escalada muy famosa entre los habitantes de la Comunidad de Madrid, debido a su cercanía y a sus formas graníticas. La zona de Peñalara también tiene zonas donde se practica este deporte.

Otra actividad deportiva que se lleva a cabo en la zona es la práctica del esquí, existen dos estaciones de esquí: Valdesquí y Navacerrada, muy frecuentadas debido a que son puntos muy cercanos a un gran núcleo de población. En los últimos años ha levantado mucha polémica, el "Proyecto dos Valles" que consistía en la unión de las dos estaciones de esquí, lo que causaría un gran impacto ambiental.

En cuanto a usos de los recursos de la zona, es importante destacar el aprovechamiento de la masa boscosa del pinar de Valsaín, que se encuentra situado al sur del núcleo urbano de San Ildefonso (Segovia). Es una gran masa natural de *Pinus sylvestris*, que constituye la formación clímax, aunque tal vez ocupe un área mayor de la que estrictamente le

correspondería de forma natural, ayudado por el hombre debido al alto interés económico. La madera de este pinar se comercializa bajo denominación de origen, ya que es una madera de muy buena calidad.

Para llevar a cabo un aprovechamiento correcto de sus recursos renovables, El monte se encuentra sometido a unos Planes de Ordenación que determinan la clase y cuantía de productos que se pueden extraer anualmente, se marcan los lugares de los que se obtienen y se llevan a cabo operaciones para garantizar su regeneración y mejora, así como también la protección de la fauna y la flora. Este aprovechamiento tiene una gran importancia económica, hecho que triste pero cierto es importante a la hora de preservar la zona. Se trata de uno de los primeros montes ordenados en nuestro país, siendo su comienzo en el año 1889 debido a que es necesario manejar el bosque de forma adecuada, porque una sobreexplotación y cortas excesivas esquilmarían el bosque, mientras que si no se corta lo suficiente, sería más propenso a plagas y enfermedades y estaría sometido a un envejecimiento. (Tornero, 2005). En la imagen 3, podemos observar una zona de acopio de material y madera, consecuencia del uso que se realiza de este pinar:



Imagen3. Pinar de Valsaín. Fuente: Alba Meijide Méndez

Otro aspecto que está muy presente en la sierra es la ganadería. El ganado sube a pastar en los meses de verano. En el pasado los ganaderos acompañaban a sus reses viviendo en las cabañas de piedra de las que hoy quedan solo ruinas

3.4 Núcleos urbanos

En lo que a núcleos urbanos se refiere, se han visto los que rodean la zona de estudio, ya que estos ejercen una presión sobre el área de estudio a pesar de no estar incluidos en ella. Los datos sobre el número de habitantes se han extraído de la página del Instituto Nacional de Estadística (INE) y se han visto para los mismos años que las capas del CORINE. Los datos de 1990 se obtuvieron del Censo, tomando la población de hecho, que es la que existe en un determinado momento del recuento, población compuesta por presentes y transeúntes. El censo de 1991, este se realiza cada 10 años, no están disponibles todos los datos. Por otro lado, las cifras de los años 2000, 2006 y 2011, se obtuvieron del Padrón de población, recuento que se realiza anualmente. Se muestran en la Tabla1:

Tabla 1. Evolución del número de habitantes a lo largo de los años. Fuente: INE

Nombre	1991 (Censo)	2000 (Padrón)	2006 (Padrón)	2011 (Padrón)
Alameda del Valle	137	198	236	246
Becerril de la Sierra	1957	3246	4762	5231
Bustarviejo	1066	1442	1936	2208
Cabanillas del Monte	x	24	42	58
Camorritos	x	50	56	217
Canencia	417	441	403	501
Ceguilla	x	43	51	48
Cerceda	x	1367	2386	2880
Cercedilla	4420	5644	6802	7068
Collado Hermoso	103	152	162	164
El Boalo	1688	3092	5577	6858
Gallegos	87	110	96	99
La Pradera de Navahorno	x	682	684	663
La Salceda	x	38	46	48
Los Ángeles de San Rafael	x	269	802	1444
Los Grifos	x	24	27	54
Los Molinos	x	3322	4322	4562
Lozoya	382	434	620	647
Manzanares el Real	2334	3842	6376	7731
Matabuena	211	216	220	242
Mataelpino	x	773	1474	1661
Miraflores de la Sierra	2549	3678	5344	5963
Navacerrada	1597	1880	2484	2779
Navafría	402	368	354	365
Navarredonda	x	962	1667	1981
Navas de Riofrío	218	282	353	412
Ortigosa del Monte	290	335	476	555
Otero de Herreros	808	862	926	1009
Oteruelo del Valle	x	94	101	117
Palazuelos del Eresma	1542	3123	3142	4442
Pinilla del Valle	150	156	204	213
Rascafría	1300	1615	1892	1985
Revenga	x	479	489	585
San Idefonso	4949	5144	5468	5698
San Mamés	x	54	79	81
San Muriel Bomán	0	39	50	58
San Rafael	0	1940	2441	2670
SEGOVIA	57617	54034	55476	55220
Soto del Real	2697	5347	7865	8505
Sotosalbos	94	124	105	137
Torrecaballeros	269	518	872	1244
Valsaín	x	192	225	210

En la Figura 4 se muestra un mapa con la situación de los núcleos más cercanos representados en función del número de habitantes correspondiente al año 2011 que está, normalmente, relacionado con el tamaño de las poblaciones.

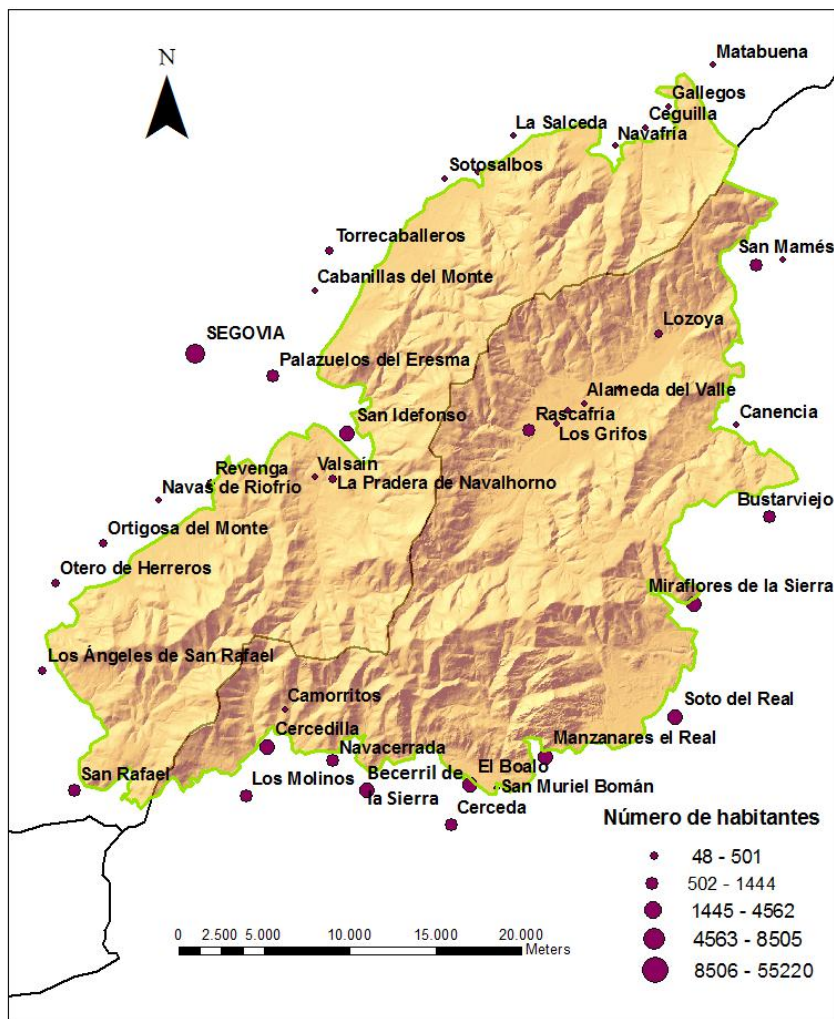


Figura 4. Fuente: padrón (2011). Elaboración propia

Como podemos observar los más grandes se encuentran en el sur, así como también el mayor número de ellos. Esto se debe a la cercanía a la capital.

4 .FIGURAS DE PROTECCIÓN EN LA ZONA

La legislación existente en la zona en relación a los espacios protegidos, es variada, confusa y compleja en cuanto a recopilación e indagación se refiere. Las leyes han sufrido diversas modificaciones y derogaciones a lo largo de los años.

Es importante tener en cuenta que los temas ambientales y la gestión de los espacios protegidos es competencia de las Comunidades Autónomas, con lo que el mismo espacio puede tener diferente legislación dependiendo de la zona.

Existen diversos espacios protegidos que abarcan la zona de estudio, que se han dividido dependiendo del ámbito legislativo del que provienen, siendo estos ámbitos el internacional, el comunitario y el nacional:

4.1 Derivados de Convenios Internacionales

Dentro de las figuras derivadas de los convenios internacionales se encuentran los Humedales Ramsar y las Reservas de la Biosfera:

- Humedales Ramsar

La Convención de Ramsar es la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional. Es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Fue adoptado en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975. Es el único tratado global relativo al medio ambiente que se ocupa de un tipo de ecosistema en particular, y los países miembros de la Convención abarcan todas las regiones geográficas del planeta. España suscribió el Convenio de Ramsar en el año 1982.

La misión de la Convención sobre los Humedales Ramsar es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo", definiendo "uso racional" como "el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible".

La Lista Ramsar de Humedales de Importancia Internacional es un instrumento del Convenio que pretende "crear y mantener una red internacional de humedales que revistan importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana a través del mantenimiento de los componentes, procesos y beneficios/servicios de sus ecosistemas"

En España existe un Protocolo de Inclusión elaborado en el marco del Comité de Humedales. El proceso es largo y complicado. En el año **2005** se incluyeron en los Humedales de Importancia Internacional del Convenio Ramsar, los Humedales del Macizo de Peñalara, situados en el término municipal de Rascafría, están compuestos por 242 charcas y lagunas naturales de origen glaciar y contienen ecosistemas acuáticos muy representativos que acogen más de 150 especies de flora y 96 de fauna, la mayor parte de ellas endémicas o amenazadas.

- Reserva de la Biosfera

Las Reservas de la Biosfera son zonas que pertenecen a ecosistemas terrestres o costeros propuestos por los diferentes Estados Miembros y reconocidas a nivel internacional por el programa "Hombre y Biosfera" (*Man and Biosphere - MaB*). Las Reservas de la Biosfera incluyen una gran variedad de entornos naturales y tratan de integrar la protección de los elementos naturales existentes con la protección de formas tradicionales de explotación sostenible de los recursos naturales.

En la zona de estudio, se encuentra una zona que pertenece a los humedales Ramsar, los Humedales del Macizo de Peñalara y una parte de la Cuenca alta del río Manzanares que es Reserva de la Biosfera. La superficie que ocupan la podemos ver en la Figura 5:

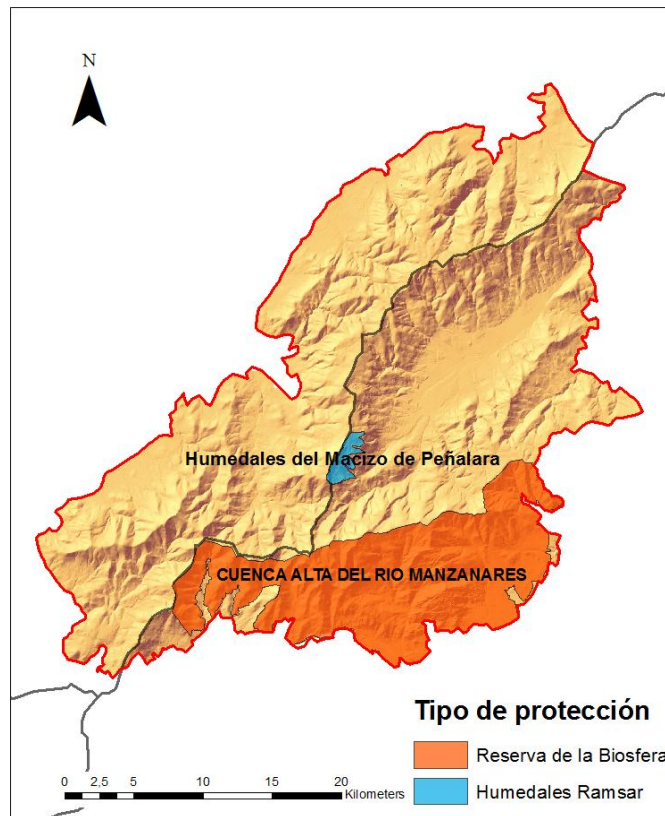


Figura 5. Figuras derivadas de la protección internacional. Elaboración propia

4.2 Derivados de la Legislación Comunitaria (Unión Europea)

Dentro de las figuras de protección comunitaria está la Red Natura 2000, que es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Los Espacios Protegidos Red Natura 2000 incluyen los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), hasta su transformación en Zonas de Especial Conservación (ZEC), las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) designadas de acuerdo con la Directiva Hábitat, y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) establecidas en virtud de la Directiva Aves.

Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los hábitats más amenazados de Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad ocasionada por el impacto adverso de las actividades humanas. Es el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea. La legislación relacionada con estas figuras de protección es la siguiente:

- La **Directiva de Aves**, que es la *Directiva 79/409/CEE, de 2 de abril, relativa a la Conservación de las Aves Silvestres*. Esta directiva, en la actualidad, tras haber sido parcialmente traspuesta anteriormente a nuestra legislación mediante antiguas leyes (Ley 4/1989, Ley 43/2003), actualmente se recoge en la *Ley 42/2007, de 13 diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*.
- La **Directiva de Hábitats** que es la *Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*. Esta directiva obliga a todos los Estados Miembros de la Unión Europea a entregar una Lista Nacional de lugares (pLIC), la cual, en sucesivas fases, se transformará en Lista de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y después en Zonas de Especial Conservación

(ZEC). Fue traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el **Real Decreto 1997/1995**, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Tanto la declaración de los LIC, como los ZEC en el Estado español es competencia de las Comunidades Autónomas, y deben hacerlo junto con la aprobación del correspondiente plan o instrumento de gestión, según el artículo 42.3 de la mencionada *Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*.

En la zona hay cuatro zonas que son LIC y dos ZEPAS. Su situación es la que podemos ver en las Figuras 6 y 7:

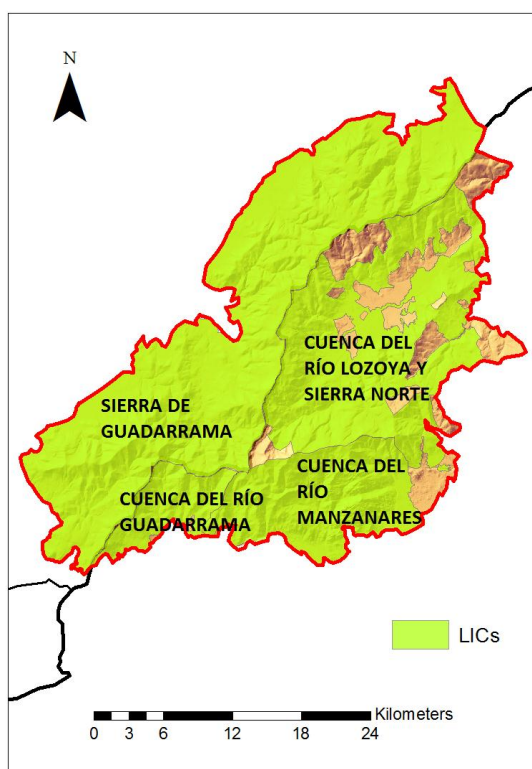


Figura6. Lugares de Importancia Comunitaria

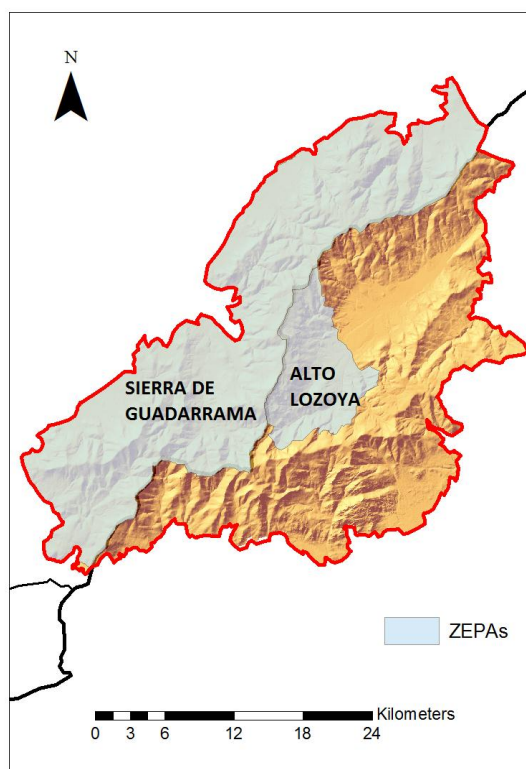


Figura7. Zonas de Especial Protección para las Aves

4.3 Derivados de la Legislación Estatal

Antes de hablar de las figuras de protección nacionales se han extraído las definiciones de varios conceptos de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*:

Artículo 30. Los **Parques** son áreas naturales, que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de su diversidad geológica, incluidas sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente.

Artículo 16. Los **Planes de Ordenación de los Recursos Naturales** son el instrumento específico para la delimitación, tipificación, integración en red y determinación de su relación con el resto del territorio, de los sistemas que integran el patrimonio y los

recursos naturales de un determinado ámbito espacial, con independencia de otros instrumentos que pueda establecer la legislación autonómica.

Las figuras derivadas de la legislación estatal son las siguientes:

▪ Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara

La historia de esta área, así como la legislación relacionada es la siguiente:

- La primera figura de protección que tuvo este espacio fue Sitio Natural de Interés Nacional la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara por la Real Orden de 30 de septiembre de **1930**.
- En **1990** fue declarado Parque Natural según la *Ley 6/1990, de 10 de mayo, de Declaración del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara*.

Exposición de motivos: “Se trata de un espacio de excepcionales características naturales en donde el macizo de Peñalara, además de constituir el área culminante de la Sierra del Guadarrama y poseer las formas de relieve mas alpinas de la Cordillera Central, de elevada importancia geomorfológica, con circos de modelado glaciar, lanchares, hoyas y morrenas, ofrece grandes valores de interés científico, cultural, pedagógico y recreativo.”

- Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (P.O.R.N.) aprobado en el *Decreto 178/2002, de 14 de noviembre*.
- Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), recogido en el Acuerdo de 22 de mayo de 2003.

▪ Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares

La legislación correspondiente al Parque Regional es la siguiente:

- En 1930 la zona fue declarado “Sitio Natural de Interés Nacional”.
- Declaración de Parque Regional: **Ley 1/1985, de 23 de enero, del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares**. El espacio declarado en esta ley fue ampliado en legislación posterior a esta ley.

Según la ley el parque regional surge como la necesidad de proteger y potenciar, como gran reserva natural, el corredor verde que, desde los límites del continuo urbano de Madrid se extiende hacia el Guadarrama. Dentro de la zona declarada se encuentran algunos enclaves que presentan características excepcionales. Caso sobresaliente es el de La Pedriza, que constituye un repertorio geomorfológico de diferentes y espectaculares modelados de granito, único en nuestra geografía.

- Instrumentos de planificación y gestión: El Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) fue aprobado en mayo de **1987** (Orden de 28 de mayo de 1987).

En la Figura 8 podemos ver la situación de estas dos figuras de protección, que curiosamente coinciden con las anteriormente descritas:

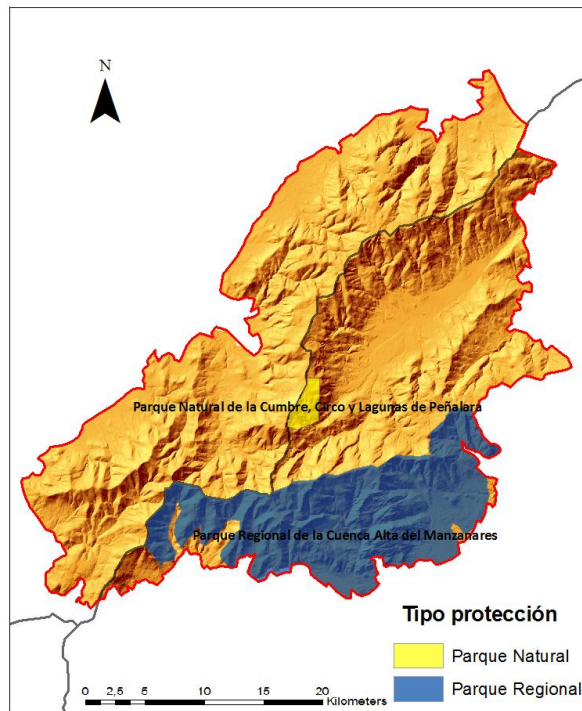


Figura8. Figuras de protección nacionales. Elaboración propia

▪ Parque Nacional de Guadarrama

La figura de parque Nacional es la que se pretende declarar en la zona de estudio descrita anteriormente. Como ya se ha comentado anteriormente se divide en la zona de parque nacional propiamente dicho y zona periférica de protección como vemos en la Figura 9:

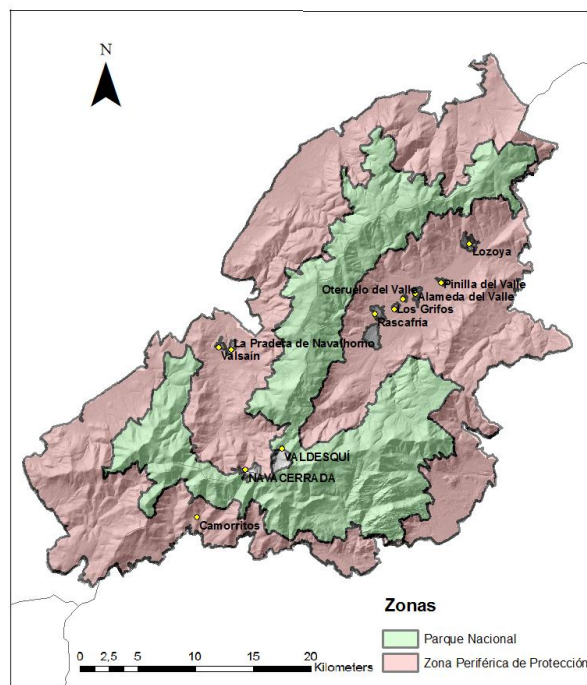


Figura 9. Parque nacional de las cumbres de la Sierra de Guadarrama. Elaboración propia

Como se puede ver en el mapa la zona de Parque Nacional tiene una forma extraña, estrechándose en el centro, donde se encuentran las estaciones de esquí. Este hecho ha levantado muchas críticas negativas, ya que es consecuencia de no inclusión de zonas contiguas.

Podemos observar también que hay zonas que han sido excluidas de la zona de protección como son los pueblos siguientes: Lozoya, Pinilla del Valle, Oteruelo del Valle, Alameda del Valle, Los Grifos, Rascafría, La Pradera de Navahorno y Valsaín, siendo Camorritos el único núcleo urbano cuya área no se ha extraído fuera de la zona de protección. También se ha excluido la zona de las estaciones de esquí de Valdesquí y Navacerrada.

La figura de protección de parque nacional se rige por una legislación diferente a la anteriormente mencionada que abarca las figuras de parque natural y regional. La legislación relacionada con esta figura es la siguiente:

- *Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales* es la ley que regula los parques nacionales y en la que podemos encontrar las siguientes definiciones:
 - a) **Parques Nacionales:** espacios naturales de alto valor ecológico y cultural, poco transformados por la explotación o actividad humana que, en razón de la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna, de su geología o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, culturales, educativos y científicos destacados cuya conservación merece una atención preferente y se declara de interés general del Estado.
 - b) **Zona periférica de protección:** es el espacio marítimo o terrestre exterior, continuo y colindante a un Parque Nacional, dotado de un régimen jurídico propio destinado a proyectar los valores del Parque en su entorno y a amortiguar los impactos ecológicos o paisajísticos procedentes del exterior sobre el interior del Parque Nacional.

Según esta ley también se indica en su artículo 10. 2 la necesidad de aprobar un plan de ordenación con lo que anteriormente se aprobaron en las comunidades autónomas respectivas los planes de ordenación.

Artículo 10.2. La declaración como Parque Nacional de un espacio natural requerirá que previamente haya sido aprobado un Plan de Ordenación de los Recursos Naturales en el que, como mínimo, se encuentre incluido dicho espacio natural y su área de protección.

- *Decreto 96/2009, de 18 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la ordenación de los recursos naturales de la Sierra de Guadarrama en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid.*
- *Decreto 4/2010, de 14 de enero, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural "Sierra de Guadarrama" (Segovia y Ávila).*

La declaración de este espacio y la zona declarada ha traído mucha **polémica** consigo por diversas razones, sobre este tema han dado opiniones asociaciones, personalidades importantes y grupos ecologistas entre otros. Los principales problemas y/u opiniones que se han relacionado con la declaración de este espacio son las siguientes:

- Ecologistas en acción: “aunque parezca una contradicción, lo que se pretende es conseguir un espacio con menores protecciones a las actuales y que sentará un precedente para que se pueda hacer lo mismo en otras zonas semejantes”

- La unión de las dos estaciones de esquí “Proyecto llamado Dos Valles”, que supone el desarrollo de infraestructuras, al que se oponen científicos, biólogos, montañeros, esquiadores y la estación de Valdesquí, por motivos de seguridad, ya que la zona que separa ambas zonas esquiabiles es conocida por su exposición al viento, verticalidad y presencia de placas de hielo que le confiere a esa zona alta peligrosidad.
- Eduardo Martínez de Pisón (Valladolid, 1937)- director del PORN en la vertiente madrileña- considera que la declaración de las cumbres de la Sierra de Guadarrama como Parque Nacional es una "oportunidad" que no se debe perder y debe servir como "punto de partida" para mejorarlo. Ha elaborado, con otros firmantes, un documento “Propuesta de Mejora del proyecto del Parque Nacional de las Cumbres de Guadarrama”, en el que se plantea la posibilidad de añadir varias masas boscosas al área de declarada parque regional, evitando así el estrechamiento producido.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el presente estudio se ha dispuesto de diverso soporte cartográfico, parte del cual se ha descargado, mientras que otras capas se han creado con programas relacionados con las Tecnologías de la Información Geográfica.

5.1 Programas utilizados

Los programas utilizados en este estudio para el tratamiento de imágenes, análisis y elaboración de cartografía, relacionados con los sistemas de la información geográfica han sido el ArcGis 10 y ERDAS 10.

5.2 Capas descargadas

En cuanto a las capas utilizadas, se han descargado una serie de capas con información relevante para el estudio de diferentes direcciones web. La relación de las capas y su fuente se detallan a continuación:

- Capa de ríos de España, descargada de la página del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Se ha cambiado la proyección para que todas las capas tuvieran la misma con la herramienta *Project*.
- Capas de Corine Land Cover (CLC) de los usos del suelo de los años 1990,2000 y 2006 descargadas de la página del Instituto Geográfico Nacional (IGN) utilizando el nivel 3. Se han recortado estas capas con la zona de estudio con la herramienta Clip.
- Modelo digital del terreno con paso de malla de 25 m (MDT25) descargado del IGN. Las hojas correspondientes a la zona son: 0457,0458, 0483, 0484, 0508, 0509.
- Ortofotografías aéreas actualizadas en noviembre de 2011, descargadas de la página del IGN pertenecientes al Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) , cuentan con una resolución de 0,5 m y un formato ráster (.ecw) que hace imposible el tratamiento de las imágenes con las herramientas de ArcGis.
- Imagen Landsat TM descargada del Servidor Global Land Cover Facility (GLCF) de la Universidad de Maryland del año 1989, para ello se han descargado las distintas bandas y con la herramienta de ERDAS *Layer Stack* se ha creado una imagen de siete bandas: 3 visibles, 3 Infrarrojas (IR) y 1 Térmica. Su resolución es de 30 m.

- Imagen Landsat TM7 del año 2000, con iguales características que la imagen de 1989 descrita anteriormente, y SPOT5 del año 2005, con una resolución de 10 m y 4 bandas: 2 visibles (roja y verde) y 2 IR. Ambas imágenes cedidas por el Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).
- Capas de figuras de protección descargadas del Banco de Datos de la Naturaleza de la página del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA):
 - Lugares de Importancia Comunitaria (LICs) de Octubre de 2011
 - Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs) de Noviembre de 2010
 - Zonas RAMSAR de Noviembre de 2011

5.3 Capas creadas

Además de las capas que se han descargado, se han utilizado otras capas elaboradas por la autora del proyecto, la mayoría de ellas utilizando como base las capas descargadas descritas anteriormente. Las capas creadas son las siguientes:

- Capa de los límites de la zona de estudio que es la zona correspondiente al Parque Nacional y la Zona Periférica de Protección recogida en la Propuesta de Declaración del Parque Nacional de las Cumbres de la Sierra de Guadarrama realizada por la Junta de Castilla y León y la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid en Febrero de 2011.
- Capa de cambios de los usos del suelo entre los años 1990-2000 y 2000-2006. Los pasos para llevar esta capa, fue en primer lugar realizar con ArcGis con la herramienta *Clip* una capa de los cambios de los tres años sólo en la zona de estudio delimitada. Tras esto se han comparado utilizando la herramienta *Effects* ambas capas y se realizaron así las capas de los cambios sucedidos.
- Capa de las figuras derivadas de la legislación nacional existentes anteriormente:
 - Parque regional de la Cuenca Alta del Manzanares
 - Parque natural de circo y lagunas de Peñalara
- Capa de puntos de los núcleos de población dentro de la zona de estudio y en la zona periférica de la zona de estudio para ver la presión urbana que incide en esta.
- Capa de algunas cimas importantes de la zona así como también de las distintas cordilleras y sierras para hacerse una idea de la orografía de la zona.
- Capa que presenta la zona en relieve, realizado con la herramienta *Hillshade*, a partir del Modelo Digital del Terreno, se descargaron las hojas que abarcaban la zona, se realizó una única capa con la herramienta *Mosaic To New Raster*, y se “recortó” la zona de estudio, que al ser un shape y la capa resultante del Hillshade un ráster se utiliza la herramienta *Extract by Mask*. Esta capa es muy útil para hacerse una idea de la zona, de los usos que se llevan a cabo en determinadas zonas y para la explicación de los cambios acaecidos.

5.4 Dificultades del material utilizado

Hay que tener en cuenta que en este estudio una parte muy importante son las imágenes de satélite con lo que siempre nos encontramos limitados por la información disponible, así como también por su calidad o resolución, ya que además de no tener siempre imágenes de los años que deseamos, las imágenes disponibles no son siempre de la estación más idónea o se encuentra cubierta de nubes.

Otra dificultad, derivada de la estacionalidad, son las sombras de los objetos fruto de la inclinación de la radiación solar, y que en algunos casos puede confundir a la persona que interpreta las ortofotos.

Si observamos las figuras, vemos que destaca al norte de la sierra de Guadarrama una gran mancha de matorrales esclerófilos, que pasa a ser una gran mancha de matorral boscoso de transición. Tanto por el norte como por el sur, a simple vista lo que más parece que varía son las masas de matorral boscoso de transición.

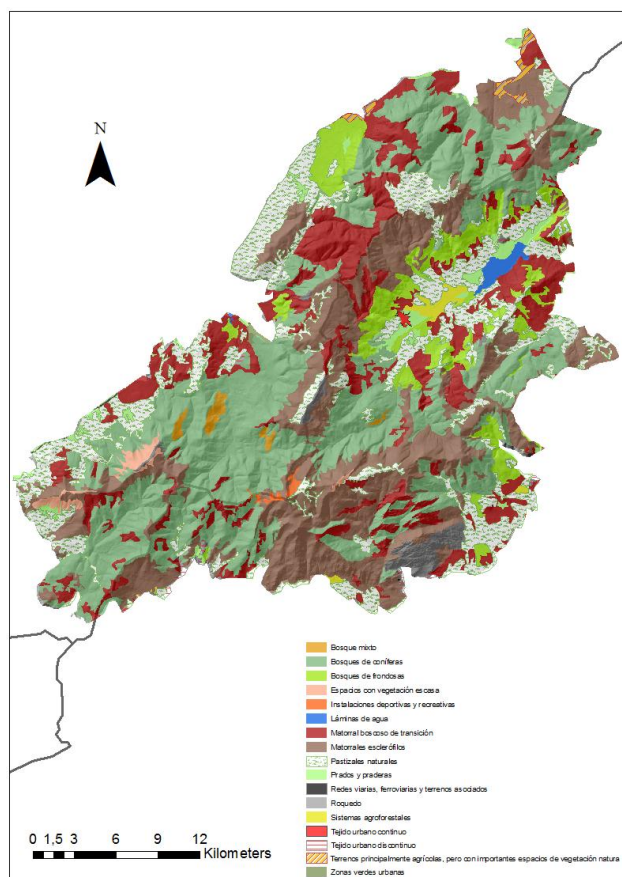


Figura12. Usos del suelo según CORINE en el año 2006

Sobre la capa de usos de suelo del año 2006 se han analizado las cubiertas de vegetación existentes y su distribución. Vemos que destaca la gran superficie de bosques de coníferas, especialmente en el oeste de la zona, que se corresponde la mayoría con el pinar de Valsaín, anteriormente explicado el uso antrópico que de este se hace. Otra clase que se encuentra muy presente distribuida por toda la zona son las pequeñas manchas de matorral boscoso en transición, muchas de estas entre las masas boscosas de coníferas, así como también áreas de matorral esclerófilo, aunque estas son más amplias. También se ven grandes superficies de pastizales naturales, sobre todo por los bordes de la zona que se corresponden con zonas llanas y en el Valle del Lozoya, alguna mancha de pastizal se encuentra en las zonas más altas, son los céspedes alpinos que crecen donde ya no puede crecer nada más.

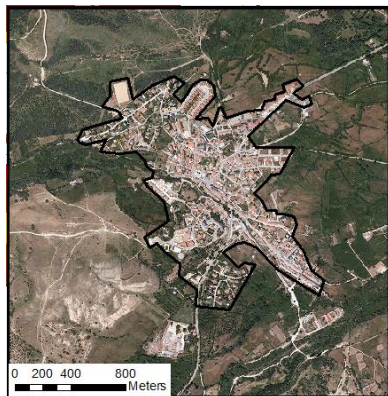
Con la finalidad de comprender mejor las **clases** que se encuentran presentes en la zona en alguna de las tres fechas, se ha expuesto la descripción del CORINE de cada una de ellas, así como también una imagen de satélite y una ortofotografía (PNOA), de todas formas hay que tener en cuenta que la última capa del CORINE es del año 2006 y la imagen de satélite utilizada del 2005, por ser la que se corresponde al último año del CORINE, así como también la más cercana a la fecha de la imagen PNOA que es del año 2011. Con lo que para llevar a cabo la búsqueda de un ejemplo de cada clase, se ha analizado la clase del CORINE sobre la imagen de satélite y en base a esta se ha buscado la zona que sigue presentando la misma cubierta, ya que es muy probable que haya cambiado en los últimos años. Cabe destacar que los límites de los polígonos de las clases del CORINE en algunos casos no coinciden

exactamente con lo que parece ser el límite real del polígono de la clase, lo cual puede ser debido a la diferencia de la época del año o a un error del fotointérprete.

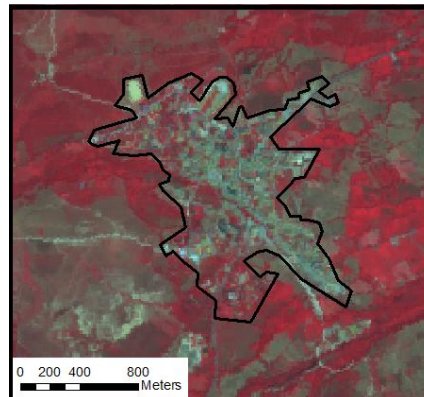
Las clases se dividen en cinco clases generales que estipula el CORINE, se detallan a continuación:

CLASE 1: ZONAS ARTIFICIALES

111 Tejido urbano continuo: La mayor parte del territorio está cubierto por estructuras y redes de transporte. Edificios, carreteras y superficies artificiales cubren más del 80% de la superficie total. Son casos excepcionales las zonas de vegetación no lineales y el suelo desnudo.

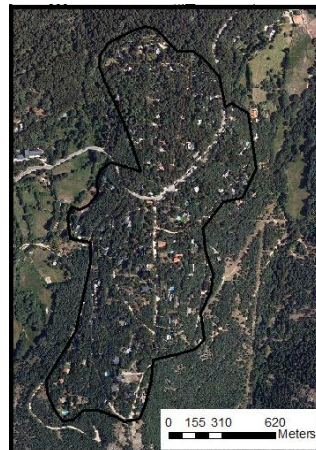


Rascafría- Imagen PNOA



Rascafría- Imagen SPOT5 (123)

112 Tejido urbano discontinuo: La mayor parte de la tierra está cubierta por diferentes estructuras. Edificaciones, carreteras y superficies artificiales asociadas a zonas con vegetación y suelo desnudo, que ocupan superficies discontinuas pero significativas.



Camorritos- Imagen PNOA



Camorritos-Imagen SPOT5 (123)

122 Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados: Carreteras y vías ferroviarias, incluyendo instalaciones asociadas (estaciones, andenes, terraplenes). Anchura mínima para su inclusión debe ser de 100 m.

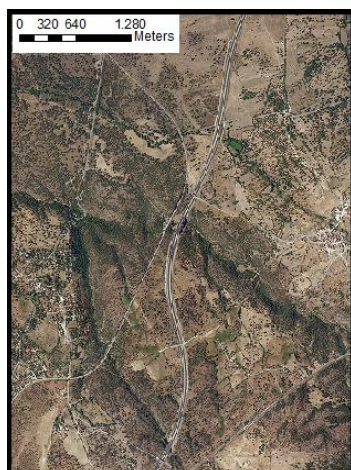
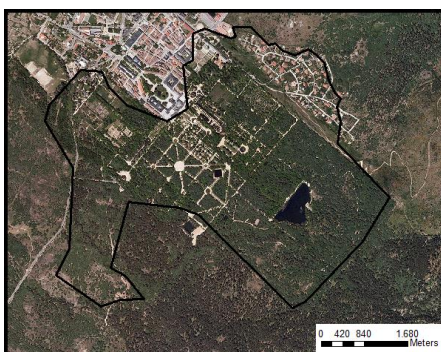


Imagen PNOA

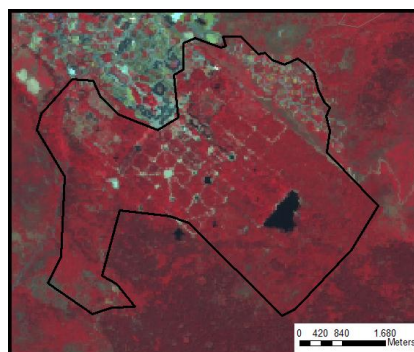


Imagen SPOT5 (123)

141 Zonas verdes urbanas: Zonas con vegetación dentro de tejido urbano, incluye parques y cementerios con vegetación, y mansiones con su terreno.

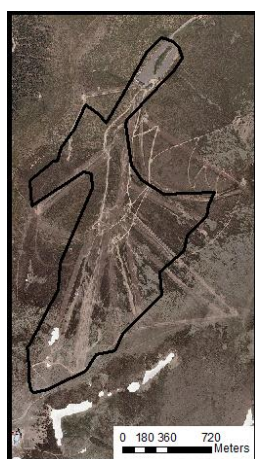


Jardines Palacio de San Idefonso-Imagen PNOA



Jardines Palacio de San Idefonso -Imagen SPOT5 (123)

142 Instalaciones deportivas y recreativas: Campings, terrenos deportivos, parques de ocio, campos de golf, hipódromos, etc. Incluye parques tradicionales no rodeados por zonas urbanas.



Valdesquí- Imagen PNOA



Valdesquí - Imagen SPOT5 (123)

CLASE 2: ZONAS AGRÍCOLAS

231 Prados y praderas: Cobertura herbácea densa, de composición floral, dominada por gramíneas, no bajo un sistema de rotación. Utilizados principalmente para pasto pero pudiendo haber recogida mecánica para forraje. Incluye áreas con setos (bocage).

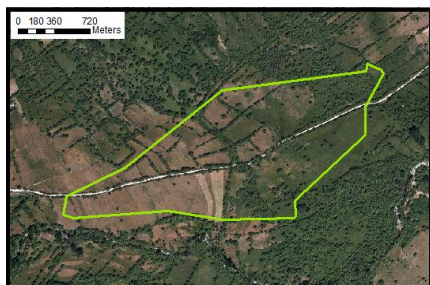


Imagen PNOA

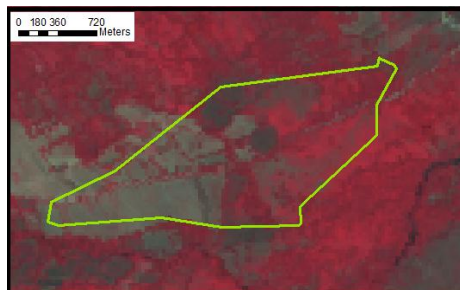


Imagen SPOT5 (123)

243 Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural: Zonas ocupadas principalmente por la agricultura entremezcladas con importantes espacios de vegetación natural.

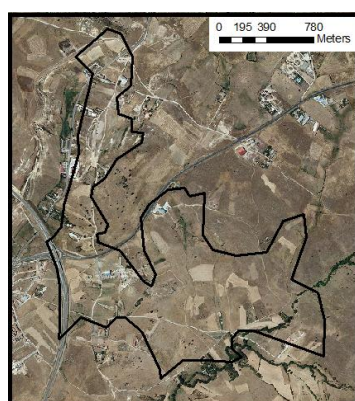


Imagen PNOA

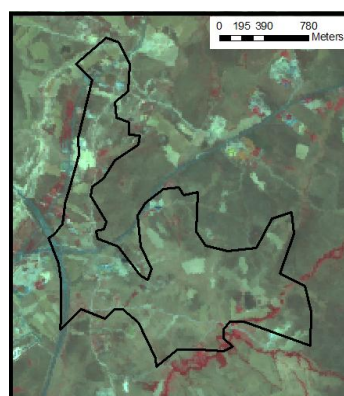


Imagen SPOT5 (123)

244 Sistemas agro-forestales: Cultivos anuales o pastos bajo cubierta leñosa de tipo forestal.

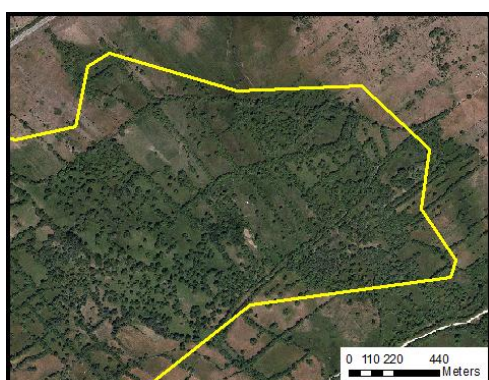


Imagen PNOA

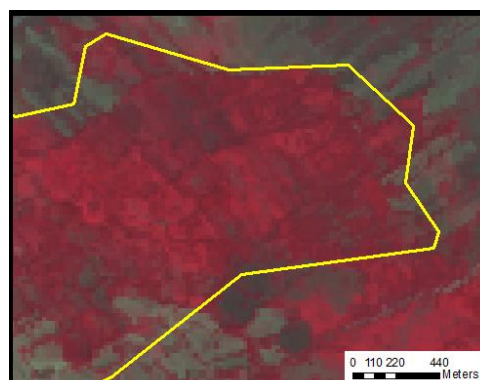


Imagen SPOT5 (123)

CLASE 3: BOSQUES Y ÁREAS SEMI-NATURALES

311 Bosques de frondosas: Formaciones vegetales compuestas principalmente por árboles, incluyendo monte bajo de arbustos, donde predominan las especies de frondosas. Zonas con una cubierta vegetal mayor del 30% o de densidad de plantación de 500 pies/ha, con más del 75% de frondosas en la estructura de plantación. En caso de plantaciones jóvenes o semilleros la proporción de frondosas a considerar es, al menos, el 75% del total de plantas.

312 Bosques de coníferas: Formaciones vegetales compuestas principalmente de árboles, incluyendo monte bajo de matorral, donde las especies de coníferas predominan. En la siguiente imagen se muestra una masa de bosques de frondosas a la izquierda y de coníferas a la derecha y las diferencias entre ellas.

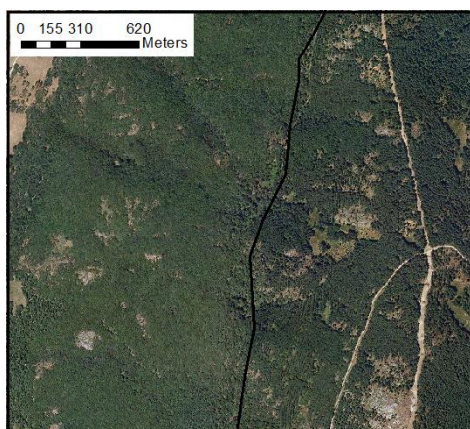


Imagen PNOA

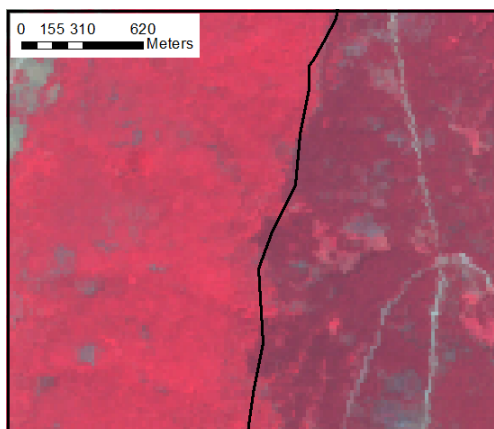


Imagen SPOT5 (123)

321 Pastizales naturales: Pastizales de baja productividad. Normalmente situados en zonas de terreno escarpado o irregular. Frecuentemente incluye zonas rocosas, zarzas y brezales. Son zonas con vegetación herbácea (sobre todo las gramíneas) que cubre al menos el 75 % de la superficie, que se encuentra bajo una interferencia humana mínima. Zonas herbáceas de zonas protegidas, zonas cársticas, campos de maniobras militares, etc. La mínima intervención humana que pueden tener, no suprime el desarrollo natural de árboles o matorrales.

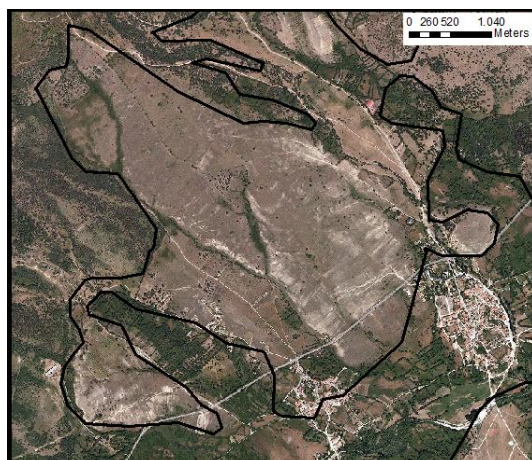


Imagen PNOA

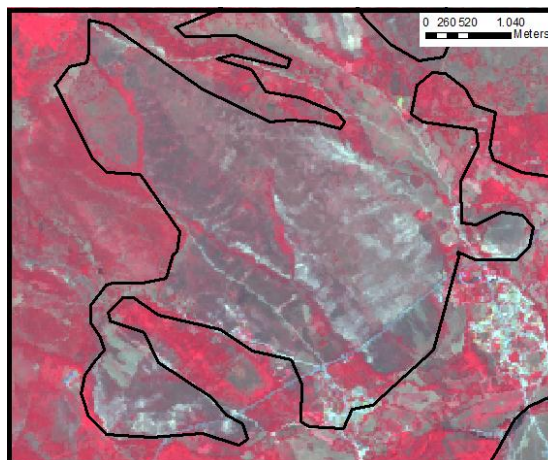


Imagen SPOT5 (123)

323 Vegetación esclerófila: Vegetación esclerófila arbustiva, incluye maquis y garriga. En caso de zonas arbustivas compuestas por especies de esclerófilas como *Juniperus oxicedrus* y especies de matorrales mesófilos como *Buxus spp.* u *Ostrya carpinifolia* sin aparente dominancia (cada especie ocupa un 50% del área), se da prioridad a la vegetación esclerófila y todo el área se engloba como clase 323.

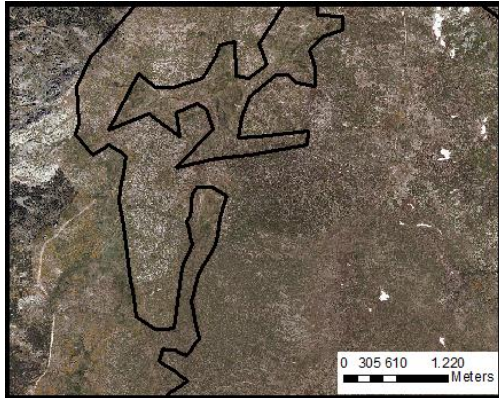


Imagen PNOA

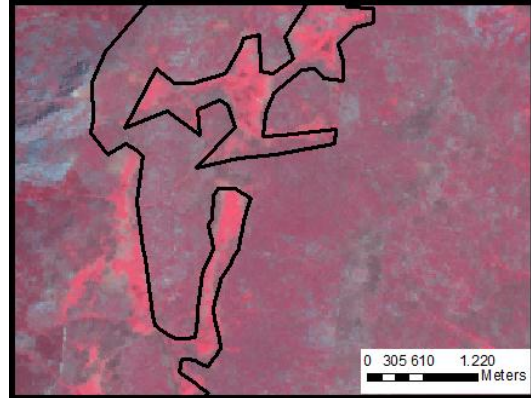


Imagen SPOT5 (123)

324 Matorral boscoso de transición: Vegetación arbustiva o herbácea con árboles dispersos. Puede tratarse de una degradación forestal o de una regeneración forestal/recolonización. Son zonas de desarrollo natural de bosques, praderas y pastos abandonados o estadios degenerativos.

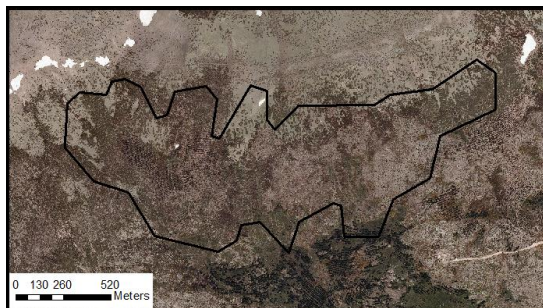


Imagen PNOA

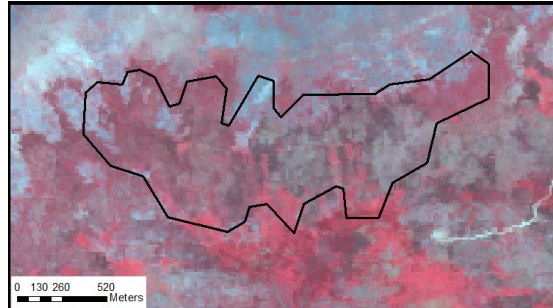
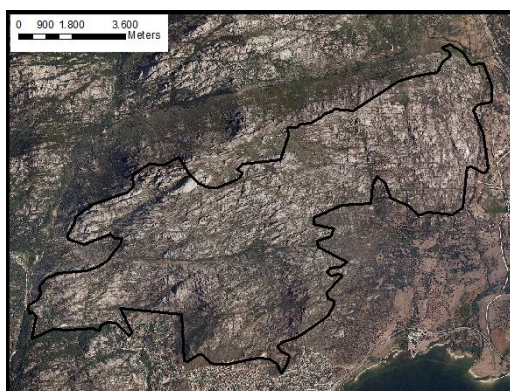
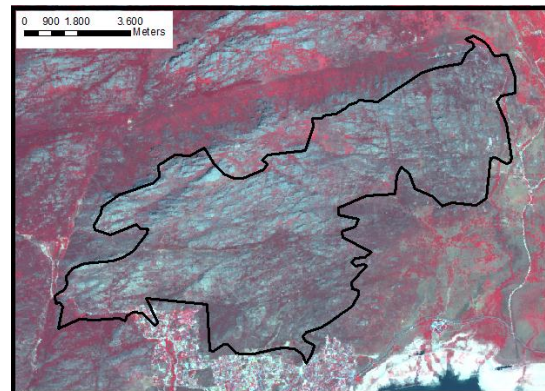


Imagen SPOT5 (123)

332 Roquedo: Pedregales y afloramientos rocosos.



La Pedriza - Imagen PNOA



La Pedriza-Imagen SPOT5 (123)

333 Espacios con vegetación escasa: Comprende estepas, tundra y malas tierras. Vegetación dispersa de altas latitudes.

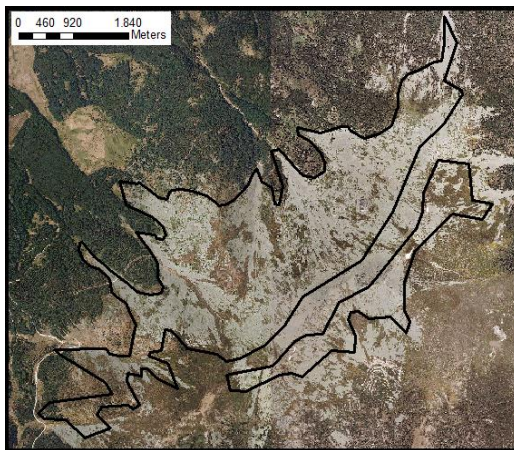


Imagen PNOA

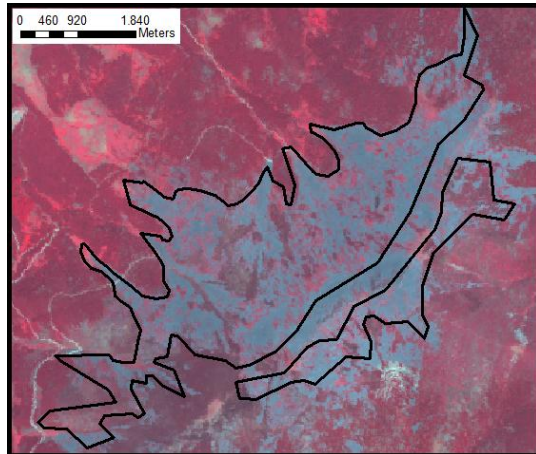


Imagen SPOT5 (123)

334 Zonas quemadas: Zonas afectadas por incendios recientes, y que aún permanecen negras.

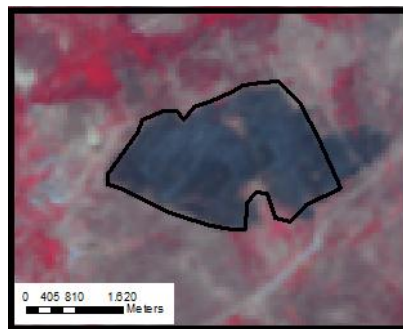
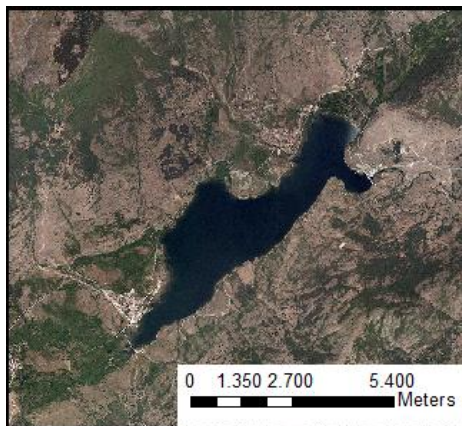


Imagen Landsat 2000(432)

CLASE 5: SUPERFICIES DE AGUA

512 Láminas de agua: Extensiones de agua natural o artificial.



Embalse de Pinilla-Imagen PNOA



Embalse de Pinilla-Imagen SPOT5 (123)

6.2 Análisis de los cambios

Una vez vistas las clases de los usos presentes en las tres fechas, se procede a llevar a cabo el análisis de los cambios producidos en la zona entre dos pares de fechas, 1990 y 2000 y entre los años 2000 y 2006. Para ello se han realizado, en primer lugar, mapas dónde se visualizan los polígonos que han cambiado de categoría con ArcGis 10. Posteriormente se realizó una tabla con los cambios agrupando todos los polígonos que tienen la misma categoría de origen que de destino y se calcularon las hectáreas que ocupan y el porcentaje que representa este cambio sobre el total de los cambios, luego se han clasificado estos cambios, desde un punto de vista ecológico, y se han representado con distintos colores. Finalmente utilizando las imágenes de satélite disponibles para cada año se han estudiado los cambios de forma pormenorizada.

Para llevar a cabo la **clasificación** de los cambios, se ha tenido en cuenta el concepto de dinámica de comunidades que hace referencia al cambio gradual de las comunidades vegetales a través del tiempo, llamado **sucesión**, se llama serie a los sucesivos cambios y estadio serial a cada comunidad de vegetación distinta que se va sucediendo a través del tiempo. Las especies tempranas de la sucesión, o especies pioneras, se caracterizan por altas tasas de crecimiento, tamaño pequeño, y alto grado de dispersión, mientras que las especies tardías tienen menores tasas de dispersión y un crecimiento más lento, ya que son más grandes y viven más tiempo. Por ejemplo cuando las tierras de cultivo y los pastizales son abandonados, se deja de ejercer presión urbana sobre ellos y pasan a ser zonas de matorral. (Smith, Smith, 2006).

Según esto se han definido cuatro tipos de cambios:

Positivos (P): aquellos que implican un cambio de una etapa más degradada a una etapa más avanzada en la sucesión de vegetación, desde el punto de vista ecológico. Como por ejemplo el cambio de matorral esclerófilo a matorral boscoso de transición.

Negativos (N): aquellos que implican una pérdida de vegetación, o pasan de una etapa más avanzada a una más degradada. Son ejemplos de este los cambios de una clase de vegetación a tejido urbano continuo o discontinuo o de bosque de coníferas a una clase de matorral.

Incoherentes (I): se han denominado de esta forma los cambios que en principio parecen no tener mucha lógica, estos cambios han sido especialmente analizados para buscar una explicación para determinar si son realmente cambios o errores del CORINE. Son ejemplos de esto cambios de roquedo a vegetación o el paso de vegetación a láminas de agua.

Neutros (NE): se han considerado cambios neutros aquellos que el cambio de clase no es una evolución negativa ni positiva sino un cambio entre estados similares. Ejemplo de este caso es el cambio de prados y praderas a pastizales naturales.

En esta zona con las clases que tenemos la sucesión de recuperación y regeneración de la vegetación pasaría por las siguientes clases, ordenadas de la menos desarrollada a la más desarrollada: prados o praderas, matorral esclerófilo, matorral boscoso de transición, y por último, bosque de coníferas o frondosas.

6.2.1 Cambios entre los años 1990 y 2000

En primer lugar se han estudiado los cambios entre los años 1990 y 2000. A continuación vemos el mapa de cambios resultante (Figura 13) y la tabla de resultados (tabla2) correspondiente:

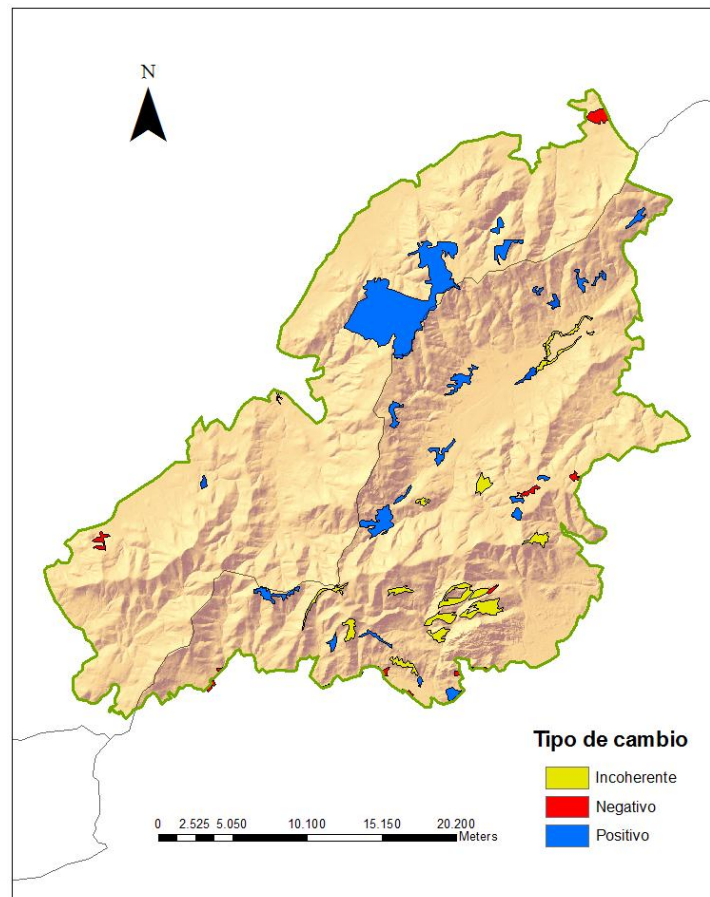


Figura13. Cambios entre los años 1990 y 2000. Elaboración propia.

Si observamos el mapa en general, podemos apreciar que la mayoría de los cambios son positivos. Llama la atención en concreto el gran cambio que se encuentra al noroeste de la zona, ocupando una gran superficie en la ladera. También destaca el número de cambios incoherentes que se presentan, sobre todo en el sureste de la imagen, así como también el área que ocupan.

Tabla2. Cambios de usos del suelo entre el año 1990 y 2000.Elaboración propia

CAMBIOS 1990-2000		ha	%	CATEGORIA
1990	2000			
Bosques de coníferas	Matorral boscoso de transición	70,64135482	1,360729015	N
Bosques de coníferas	Pastizales naturales	22,01689865	0,424100485	N
Bosques de frondosas	Láminas de agua	2,809859924	0,054124923	I
Espacios con vegetación escasa	Matorral boscoso de transición	108,9258759	2,098184557	P
Espacios con vegetación escasa	Matorrales esclerófilos	76,20407687	1,467880942	P
Matorral boscoso de transición	Zonas quemadas	104,775534	2,018238601	N
Matorral boscoso de transición	Bosques de coníferas	411,0256295	7,917380709	P
Matorral boscoso de transición	Láminas de agua	15,8899883	0,306080881	I
Matorrales esclerófilos	Bosques de coníferas	85,1417571	1,640042997	P
Matorrales esclerófilos	Matorral boscoso de transición	2513,823046	48,42251349	P
Matorrales esclerófilos	Pastizales naturales	34,06391874	0,656156195	N
Matorrales esclerófilos	Tejido urbano discontinuo	31,51255862	0,607010624	N
Pastizales naturales	Bosques de coníferas	53,1091394	1,023014736	P
Pastizales naturales	Bosques de frondosas	48,11705059	0,926854631	P
Pastizales naturales	Láminas de agua	35,81756941	0,689935889	I
Pastizales naturales	Láminas de agua	6,745106482	0,129927606	I
Pastizales naturales	Matorral boscoso de transición	274,6348569	5,29015361	P
Pastizales naturales	Matorrales esclerófilos	69,75078709	1,343574455	P
Pastizales naturales	Tejido urbano discontinuo	33,83770894	0,651798829	N
Prados y praderas	Bosques de frondosas	40,89328249	0,787706806	P
Roquedo	Pastizales naturales	25,27374046	0,486835396	I
Roquedo	Láminas de agua	113,6543279	2,189266359	I
Roquedo	Matorral boscoso de transición	631,4047405	12,16243308	I
Roquedo	Matorrales esclerófilos	353,0175894	6,800000904	I
Roquedo	Prados y praderas	5,472124368	0,105406789	I
Sistemas agroforestales	Tejido urbano discontinuo	22,87592595	0,440647497	N

Si observamos la tabla, es de destacar los cuatro cambios que ocupan mayor superficie, que son los que se corresponden con el 48,42%; 12,16%, 7,91 % y 6,8 % y son los que se han analizado primeramente.

También es destacable que la mayoría de los cambios pertenecen a cambios de vegetación. Debido a este hecho se han utilizado las imágenes de satélite disponibles y se ha aplicado sobre ellas un índice que nos da información sobre el estado y tipo de vegetación, con el programa ERDAS. Este índice es el **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index), en el que se realiza la siguiente relación de las bandas IRC y rojo: $IR-R/IR+R$, siendo en el caso de las imágenes Landsat: 4-3 /4+3 y determina la cantidad de radiación emitida por la vegetación ya que las bandas utilizadas, en concreto el IR cercano, es energía que liberan en mayor o menor medida dependiendo de la especie y de su estado, ya que cuanto mayor es el índice, mayor es la actividad fotosintética.

Las imágenes de satélite de las que disponemos son dos imágenes Landsat pertenecientes a los años 1989 y 2000 que vemos en las siguientes figuras:

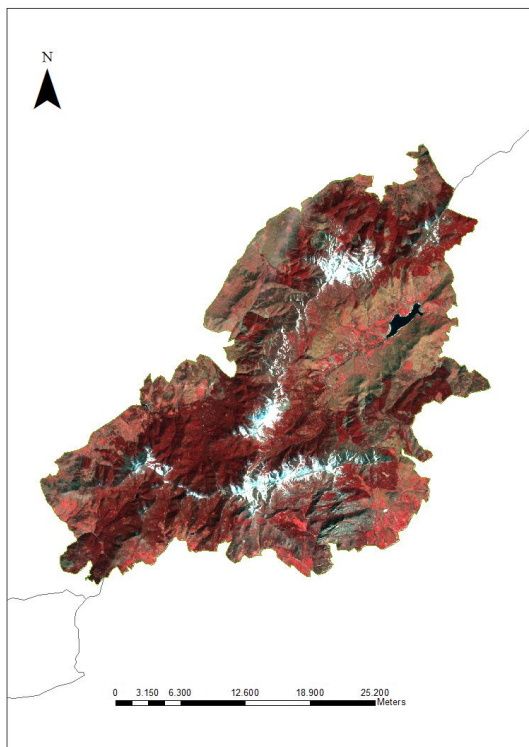


Figura14.Imagen de satélite Landsat 1989 (432)

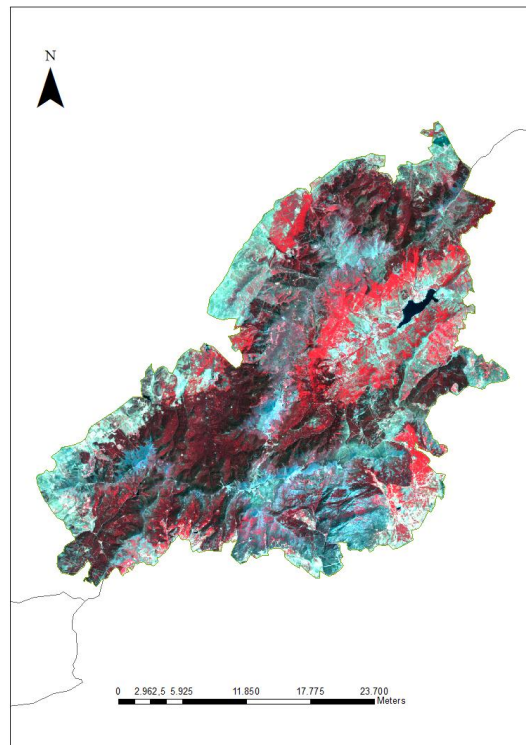


Figura15.Imagen de satélite Landsat 2000 (432)

Como podemos observar los colores varían de una imagen a otra. Esto es debido a que las imágenes pertenecen a distintas épocas del año. La imagen de 1989 pertenece al mes de marzo, mientras que la de 2000 al mes de agosto, lo que representa un inconveniente a la hora de la interpretación de los cambios, ya que la diferencia estacional en esta zona, por su altitud y localización, es muy acusada siendo los veranos muy cálidos y los inviernos muy fríos, lo que afecta enormemente a la vegetación.

En primer lugar como podemos ver en la imagen de 1989 existe presencia de nieve en las zonas más altas mientras que en 2000 estas zonas se ven como suelo desnudo.

En cuanto a la vegetación, vemos como las masas de coníferas se mantienen, mientras que las masas de frondosas pierden sus hojas, hecho que si nos fijamos en las dos imágenes vemos perfectamente como las manchas de tono rojizo que destacan en la imagen de 2000, en la imagen de 1989 son inexistentes.

Como se ha explicado, a las imágenes de satélite se les ha aplicado el índice NDVI. El resultado es una imagen en blanco y negro de una sola banda con valores que oscilan de -1 a 1, siendo los valores cercanos a 1 mayor actividad fotosintética, color blanco, y cuanto más cerca de -1 menor, siendo este el mínimo valor y presentando un color oscuro. En las Figuras 16 y 17 vemos el resultado, tras la aplicación del índice en los dos años:

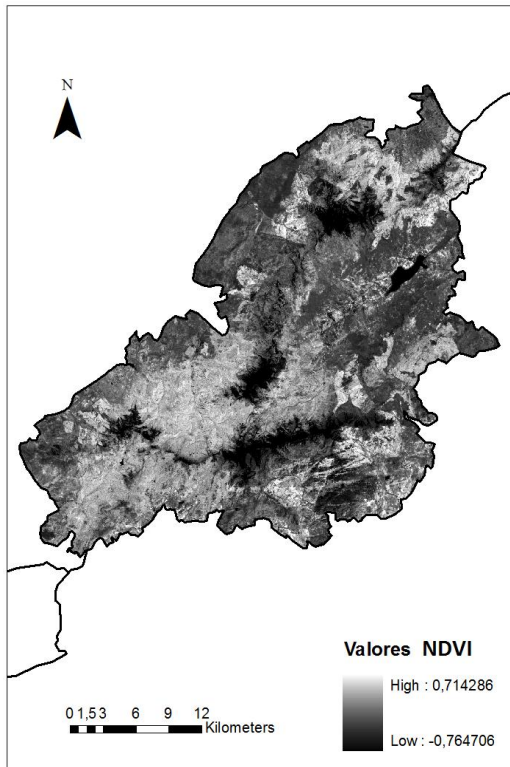


Figura16. Imagen 1990 aplicada índice NDVI

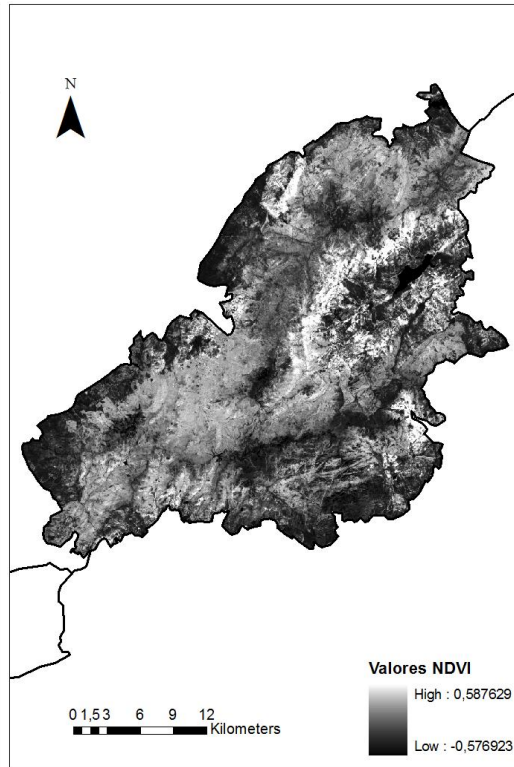


Figura17. Imagen de 2000 aplicado índice NDVI

Observando las figuras, apreciamos que los rangos del valor del índice NDVI en la zona de estudio son distintos, siendo en la imagen de 1989 entre -0,764706 y 0,708508, mientras que en el año 2000 entre el -0,576923 y el 0,58308, esto se debe a que la vegetación en una época calurosa aunque se mantenga, no presenta el mismo vigor por la sequía y la falta de agua.

Como los tonos de la imagen varían entre el blanco y el negro pasando por diversas tonalidades de grises tan similares que el ojo humano no es capaz de distinguir, se aplican colores (pseudocolor) para poder separar los valores de este índice en los rangos que nos interesen y que nos dan alguna información. Por lo tanto, se han dividido los valores en intervalos de 0,2 excepto en el primer y último intervalos en los que se ha realizado hasta el último y desde el primer valor debido a que la diferencia entre esta división y crear intervalos de 0,2 era mínima. El resultado es el siguiente (Figuras 18 y 19):

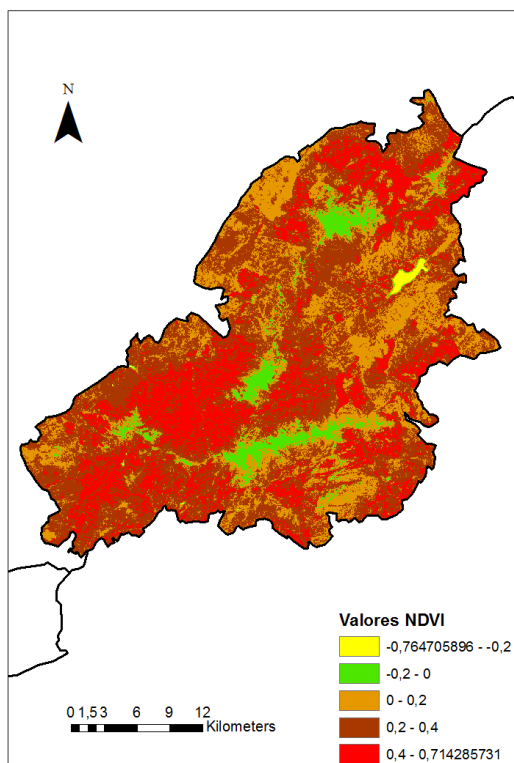


Figura18. Imagen de 1989 NDVI pseudocolor

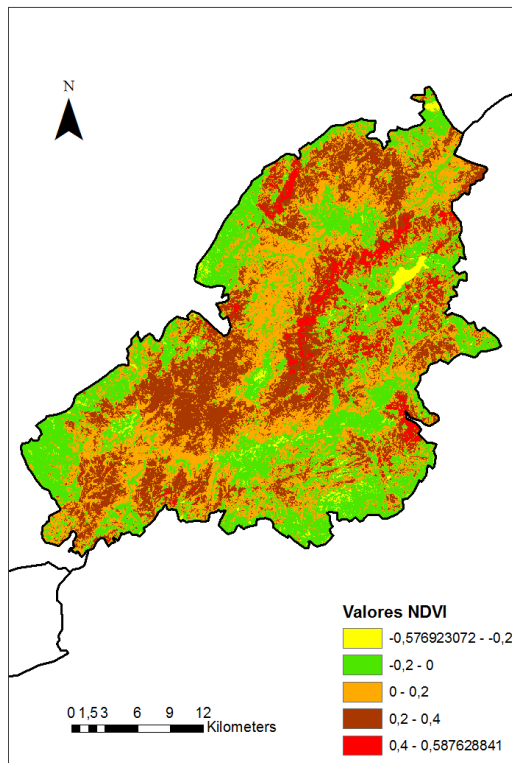


Figura19. Imagen de 2000 NDVI Pseudocolor

Si observamos los mapas vemos que la distribución de las manchas de vegetación es similar, en general, pero con colores diferentes, ya que la imagen del año 2000 presenta valores de reflectancia más bajos. Sin embargo, vemos lo mencionado anteriormente, zonas que aparecen de color verde (NDVI entre -0,2 y 0) en ambas imágenes que se corresponden con las zonas que en invierno se encuentran nevadas, y en verano es roquedo.

Las manchas que en 1989 (NDVI mayor de 0,4) aparecen en color rojizo y que en 2000 presentan un color marrón (NDVI entre 0,2 y 0,4) que se corresponden con las zonas de bosques de coníferas que aunque no pierden sus hojas, están más vigorosas en invierno. Y las manchas de bosques de frondosas aparecen con un color rojo en 2000 mientras que en 1989 presentan valores mucho más bajos.

También es importante destacar la mancha justo en la parte más superior de la imagen de 2000 que presenta un color amarillo siendo la única mancha esta y la del embalse, lo que indica que al igual que en el caso del agua, los valores de reflectancia son bajísimos.

Tras este análisis de vegetación general de la zona se ha procedido a ver los cambios más detalladamente. Con el fin de seguir un orden lógico en cuanto al análisis de los cambios, se ha comenzado por analizar los que presentan un mayor porcentaje frente al resto, los cuatro primeros, en algunos casos analizando a la vez polígonos cercanos por similitud y posteriormente por zonas o clases.

En primer lugar llama la atención el cambio de Matorral esclerófilo a Matorral boscoso de transición con un **48,42 %** sobre el total de los cambios ocurridos, casi la mitad, ocupando una superficie de 2.513,82 ha que pertenecen a un único polígono que se encuentra situado en la parte norte de la Sierra de Guadarrama.

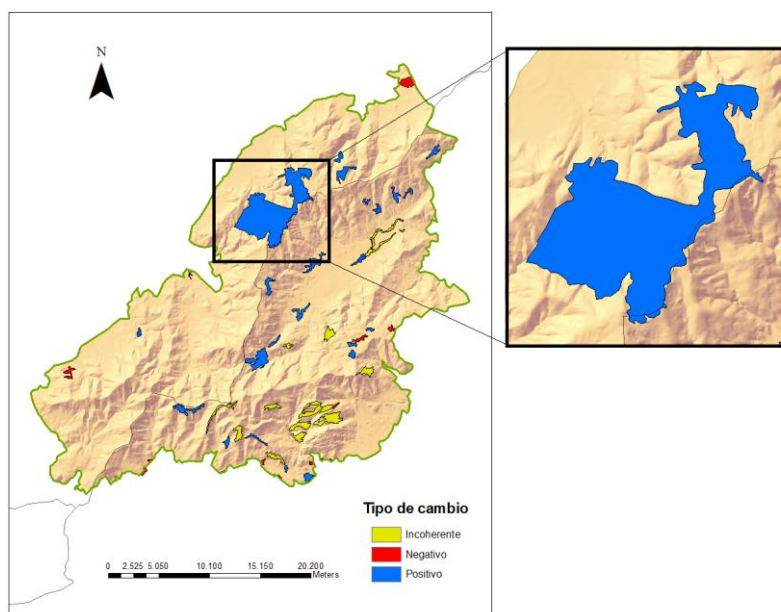
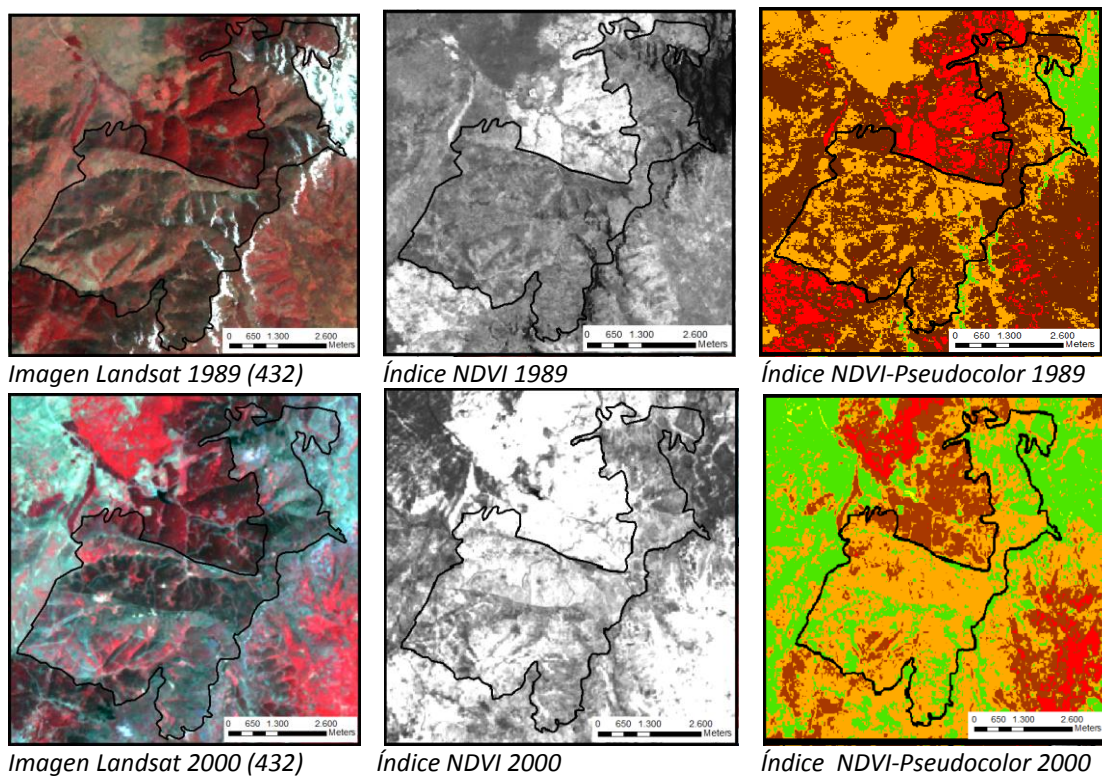


Figura20. Situación del polígono que representa un 48%. Elaboración propia

Es un cambio positivo, ya que es una regeneración de la vegetación, pasamos de una clase de matorral a una clase de matorral con árboles intercalados, que significa un paso de un estadio serial menos evolucionado a uno más evolucionado dentro de la sucesión. A continuación vemos la zona más detalladamente:



Este cambio se encuentra en una zona de pendiente y de gran altitud, al menos una parte de la zona, ya que el cambio se sitúa en una ladera de la cordillera y abarca desde la cima del cordal hasta el valle. Es probable que al estar tan alto en la parte que está más al este del cambio no se desarrollarían masas boscosas, pero en el resto si sería posible, como podemos comprobar si observamos en las zonas colindantes al cambio, donde hay presencia de masas boscosas desarrolladas.

Si nos fijamos en las tonalidades y los valores del polígono, observamos como en la imagen de satélite Landsat del 2000 son más similares a los de las masas que lo rodean que en la imagen del año 1989, lo que indica que este cambio ha sucedido.

El polígono es un claro entre una masa de coníferas como nos indica su color la imagen Landsat y el valor del índice NDVI. Se corresponde con el pinar y como se ha comentado anteriormente en los usos antrópicos, el importante aprovechamiento de las masas de pinares para la obtención de madera en esta zona, todo incita a pensar que se trata de una zona utilizada para la extracción de madera que se ha regenerando.

Para poder constatar este hecho, se ha visto la misma zona más recientemente, en el año 2005 con la imagen de satélite SPOT5, que pertenece a la estación de junio, aunque los cambios de esta fecha serán analizados posteriormente.

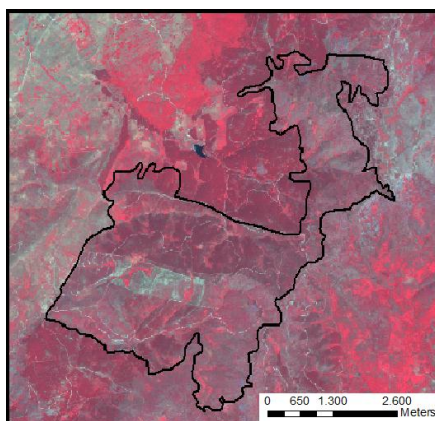


Imagen SPOT5 2005(123)

Efectivamente viendo la imagen de satélite correspondiente al año 2005 vemos como la vegetación tiene una tonalidad más parecida a la de las masas que la rodean pero dentro del polígono de cambio se distingue claramente una forma rectangular y regular que indica que se están realizando talas y por lo tanto repoblaciones. Este cambio debería de estar reflejado en los cambios analizados posteriormente entre los años 2000 y 2006.

En segundo lugar en orden decreciente, destaca la cifra de **12,16 %** que se corresponde con el cambio de Roquedo a Matorral boscoso de transición. Se ha considerado un cambio incoherente, ya que la clase Roquedo hace referencia a pedregales y afloramientos rocosos, suelo desnudo en los que no crece vegetación. En la misma zona se encuentran los polígonos cuyo cambio es de la clase Roquedo a Matorrales esclerófilos que representan el **6,8 %** de los cambios, debido a que el cambio es similar, se han analizado todos juntos. También está incluido el polígono que representa un cambio de Roquedo a Pastizales naturales, que es el que se encuentra al oeste en la parte más superior. La situación de estos cambios en el mapa es la siguiente:

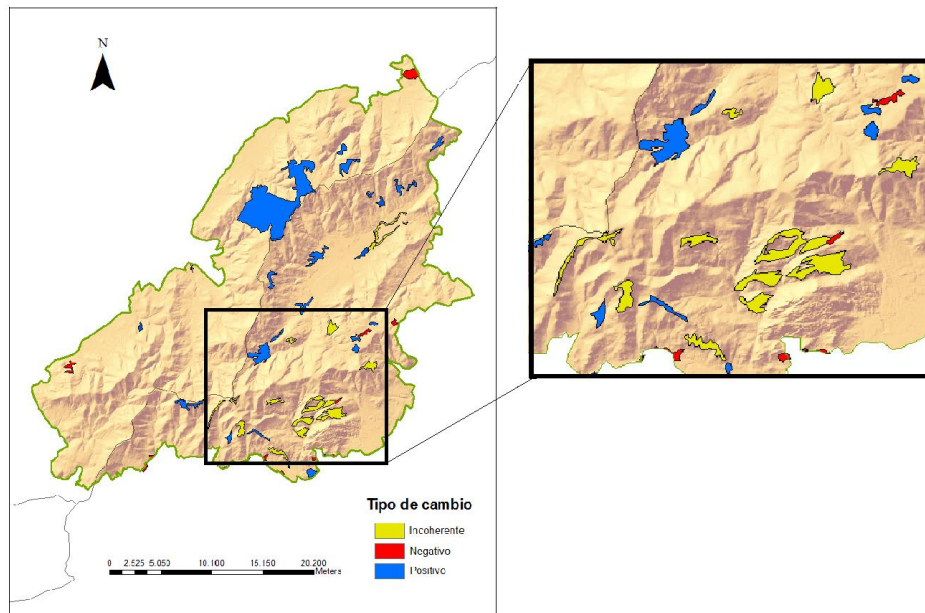


Figura21. Situación de los cambios que representan un 12,16% y 6,8 %. Elaboración propia

Para el estudio de este cambio se ha utilizado la combinación de bandas **542**, en lugar de la 432, debido a que la banda 5 nos da información sobre el suelo y la banda 4 sobre la vegetación, con lo que podremos diferenciar si las zonas de cambio pertenecen a zonas de suelo desnudo, que presentará tonos rojizos, o zonas con vegetación, presentando un color verdoso.

De esta forma sabremos si realmente ha habido cambios de suelo desnudo a vegetación o se trata de un error y es una zona de roquedo en la que no se desarrolla gran volumen de vegetación. También se utiliza el índice NDVI ya que el valor de este índice será distinto si se trata de vegetación o roca. Los resultados y las tonalidades de estos polígonos se exponen a continuación:

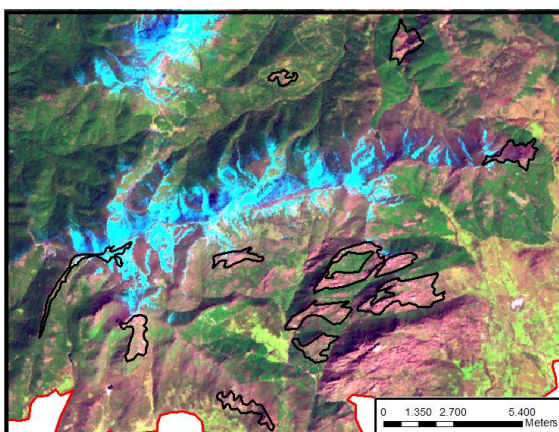
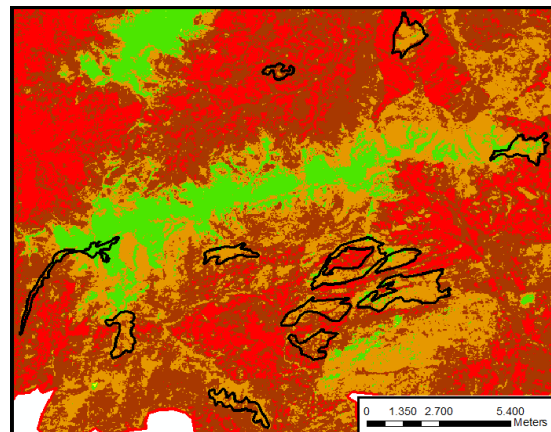
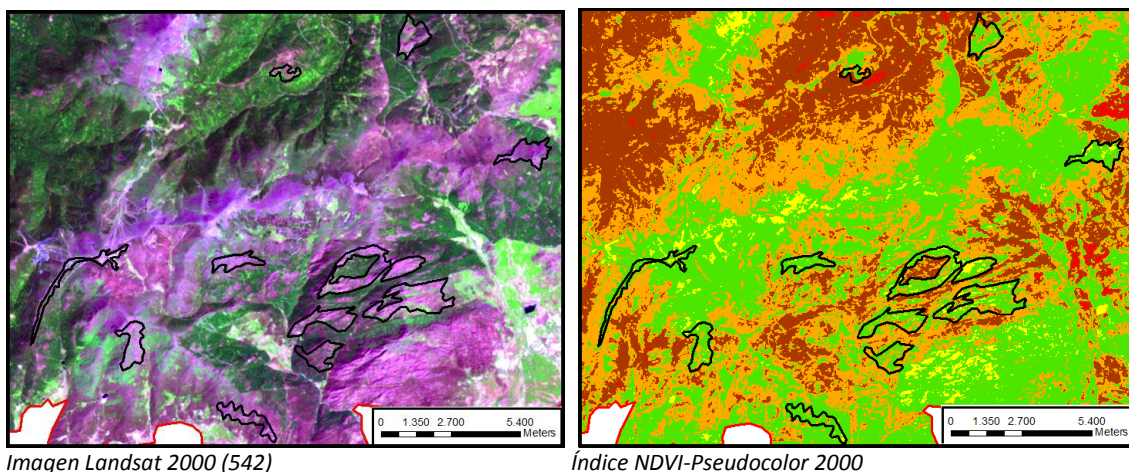


Imagen Landsat 1989 (542)



Índice NDVI-Pseudocolor 1989



Observando las imágenes de satélite en ambos años, el color de todos los polígonos de cambio presenta un tono violáceo en contraste con la tonalidad de la vegetación que presenta un color verde, lo que indica que es suelo sin cubierta vegetal.

En cuanto a las imágenes que muestran los valores del índice NDVI, vemos como el valor del índice es el mismo en los polígonos como en otras zonas de suelo desnudo de la imagen, como por ejemplo la cima de Cuerda Larga en la imagen del 2000 y la parte que se encuentra al sur de los cambios en la imagen de 1989.

Por lo tanto, podemos decir que no se produce ningún cambio en esas zonas, con lo cual se confirman como cambios incoherentes. La zona más sureste, donde se encuentran los cambios agrupados es la Pedriza, con gran cantidad de formaciones rocosas con algunos árboles entre las rocas, pero claramente se trata de un error del fotointérprete, ya que estas formaciones vegetales no llegan a alcanzar la densidad suficiente para ser una clase de vegetación. El error se puede deber a las sombras de la imagen utilizada en la digitalización.

El cambio que ocupa el tercer lugar en cuanto a su valor en porcentaje frente al total se refiere, representando un **7,91 %**, es el de Matorral boscoso de transición que pasa a Bosques de coníferas. Se corresponde con cuatro polígonos de cambio que se sitúan dos de ellos en la parte más al norte de la sierra de Guadarrama, cercanos al cambio que se ha analizado primeramente y los otros dos al sur del valle de Lozoya, entre el sur de la sierra de Guadarrama y el norte de la Cuerda Larga. Su situación exacta es la siguiente:

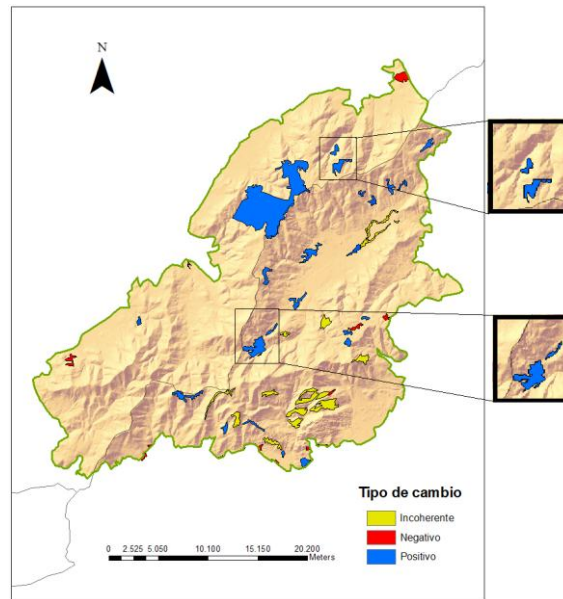
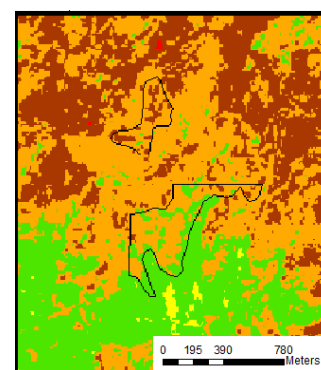
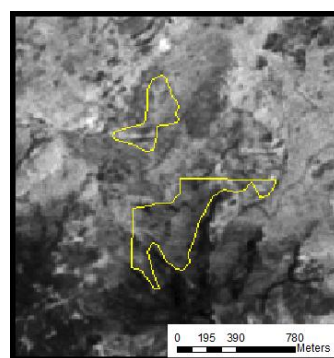
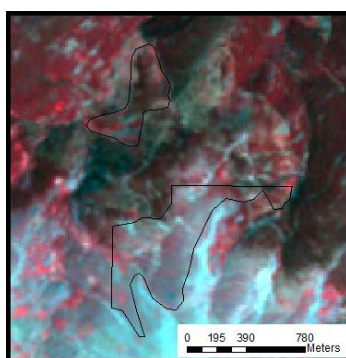
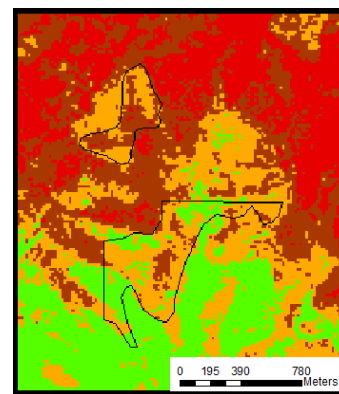
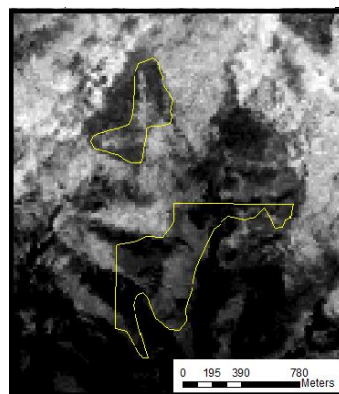
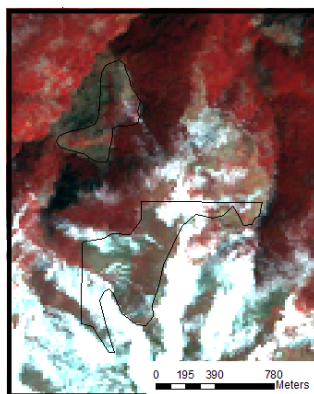


Figura26. Situación del cambio que representa el 7,91%. Elaboración propia

En primer lugar se han analizado los dos polígonos que se encuentran al norte:



Si observamos más en detalle la zona y los valores del NDVI, vemos que el cambio superior se corresponde claramente con un crecimiento de la vegetación, siendo el otro cambio más complicado de explicar debido a la presencia de nieve en la imagen de 1989 que nos dificulta la visibilidad de la vegetación existente. Sin embargo en las imágenes correspondientes al 2000 vemos que la vegetación del cambio inferior parece haberse

regenerado, al menos por la parte superior del polígono, mientras que la inferior no, aunque esto puede ser debido a que por la altitud no se desarrollen masas boscosas. Por otro lado, a pesar de presentar nieve la imagen de 1989, si parece ser como un “hueco” en la masa boscosa como el polígono superior. Con la finalidad de obtener más información se ha visto el entorno de los cambios en el año 1989 y el resultado es el siguiente:

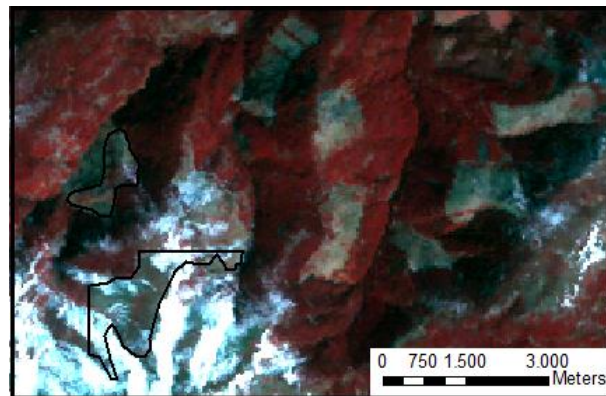


Imagen Landsat 1989 (432). Entorno de los cambios.

Como podemos observar, a la derecha de los cambios, hay zonas sin vegetación que a juzgar por la forma y su disposición, se corresponden a zonas taladas, además se encuentran muy cerca del polígono de cambio de mayor tamaño que ha sido analizado primeramente que era una zona de aprovechamiento en la que se llevaban también talas.

En cuanto al par de polígonos que se encuentran más al sur, vemos más detalladamente el cambio producido:

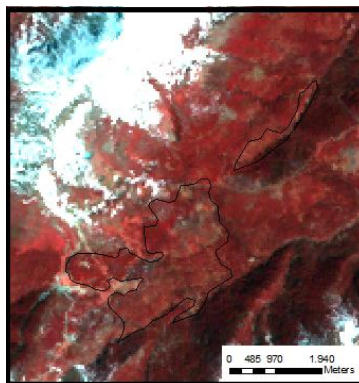
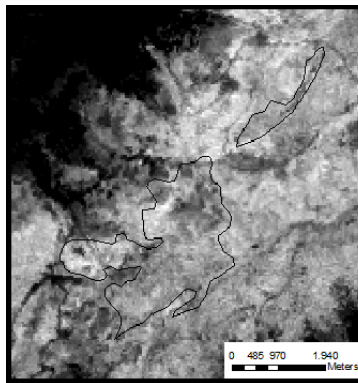
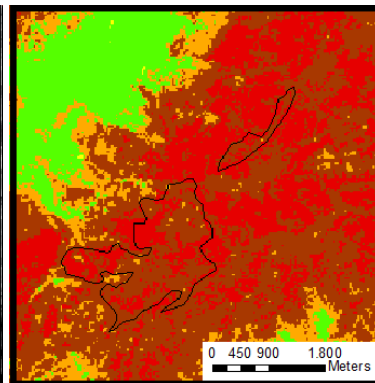


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI 1989



Índice NDVI- Pseudocolor 1989

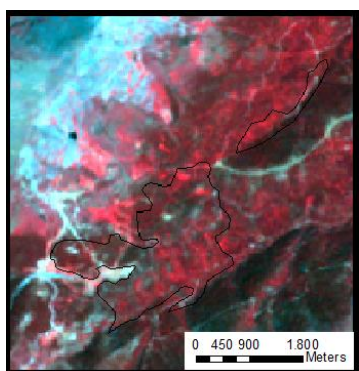
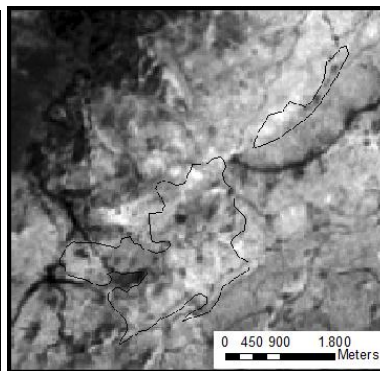
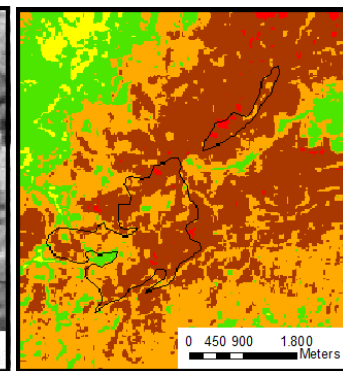


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI 2000



Índice NDVI-Pseudocolor 2000

Como vemos en las imágenes este cambio no esta muy claro, puede parecer un error ya que la zona pertenece a una mancha de masa boscosa y no cambia entre los dos años, pero al ser Matorral boscoso de transición de lo que partimos, puede ser que tenga gran cantidad de árboles, pero aún así no parece haber cambiado y presenta una forma irregular. En mi opinión no se trata de un cambio.

Otro grupo de cambios que se han analizado, son cuatro polígonos que se encuentran en una ladera sur del macizo de Peñalara que termina en el valle de Lozoya. Se han analizado todos juntos por su cercanía y por ser cambios parecidos, ya que pasan de pastizales o prados a una categoría superior.

Más concretamente, el par cambios que están más al este pasan de Pastizales naturales a Matorral boscoso de transición, mientras que los que se encuentran al oeste, el del norte es un cambio de Pastizales naturales a Bosques de coníferas mientras que el del sur es un cambio de Prados y praderas a Bosques de frondosas. La diferencia entre pastizales y prados es que los primeros reciben interferencia humana mínima y los prados se utilizan para pastos.

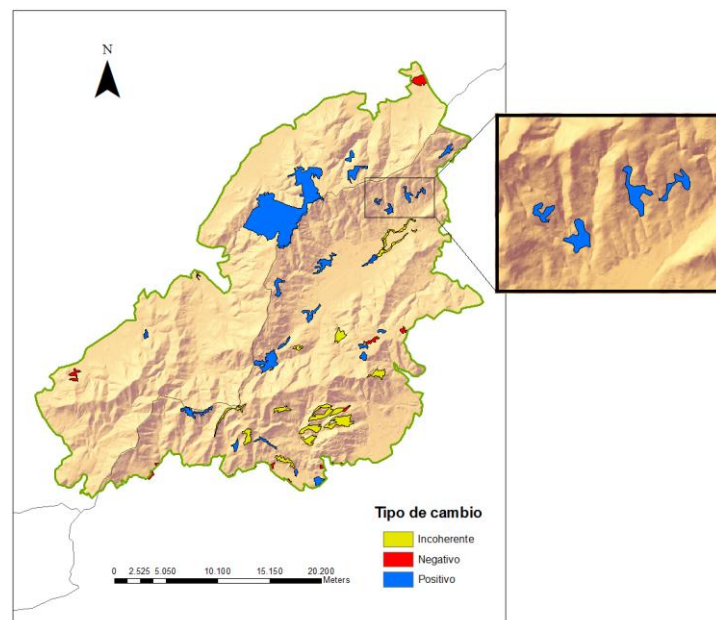


Figura 27. Situación grupo de cambios al sur de la Sierra de Guadarrama. Elaboración propia.

A continuación vemos los cambios más en detalle, y los valores correspondientes a cada uno:

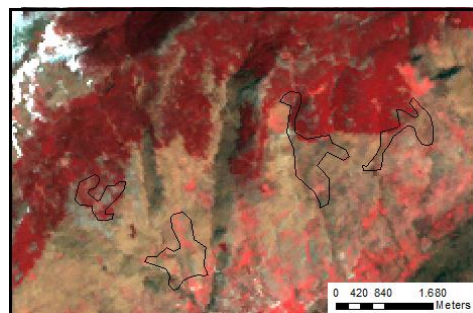
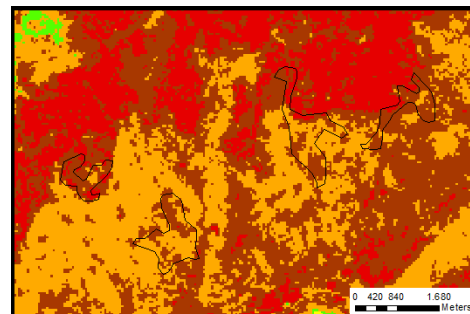


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI- Pseudocolor 1989

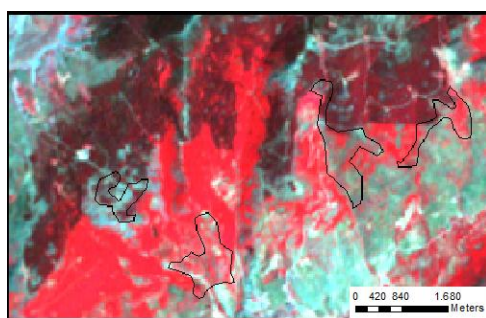
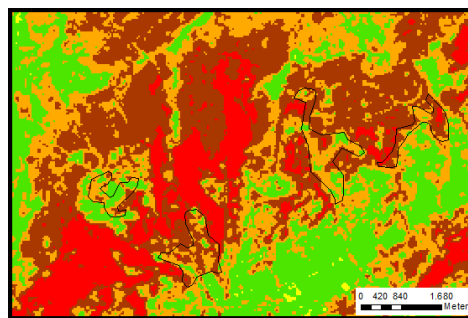


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI- Pseudocolor 2000

Como vemos en las imágenes, se trata de una zona donde existen masas de coníferas y de frondosas. En la imagen correspondiente al año 1989 la masa de frondosas no presenta follaje mientras que el de la masa de coníferas se mantiene en los dos años.

En lo que se refiere primeramente a los cambios del oeste, el que se encuentra al norte no parece un cambio de pastizales a coníferas sino todo lo contrario, ya que en 1989 pertenece al bosque de coníferas como vemos en la imagen de satélite e indican los valores del NDVI, y en el año 2000 a pesar de estar al lado de la masa de coníferas, parece tener más parte de suelo desnudo, como muestra su reflectancia, color azulado en la imagen de satélite y valor menor de cero en lo que al NDVI se refiere.

En cuanto al cambio que se encuentra al suroeste, puede ser que realmente sea un cambio de pastizales a frondosas, pero con la información disponible no lo podemos afirmar ya que nuestra imagen de 1989 es de marzo y la cobertura de frondosas no se ve, sin embargo el polígono en la imagen de 2000 si pertenece a la clase de frondosas, pero en menor densidad como muy bien podemos ver con el índice NDVI ya que la masa que se encuentra alrededor presenta valores más altos, lo que indica que puede ser que esté menos desarrollada porque años antes no ha presentado vegetación arbórea.

En cuanto a los cambios situados al este, que se corresponden ambos con un cambio de Pastizal a Matorral boscoso de transición, si es correcto, el matorral en invierno se mantiene y en verano también y en la imagen de 2000 parece que en el polígono ya hay desarrollo de especies arbóreas mientras que en 1989 no.

A continuación se ha visto otro grupo de cambios positivos que se encuentra al sur del analizado anteriormente. Son tres polígonos situados de la siguiente forma:

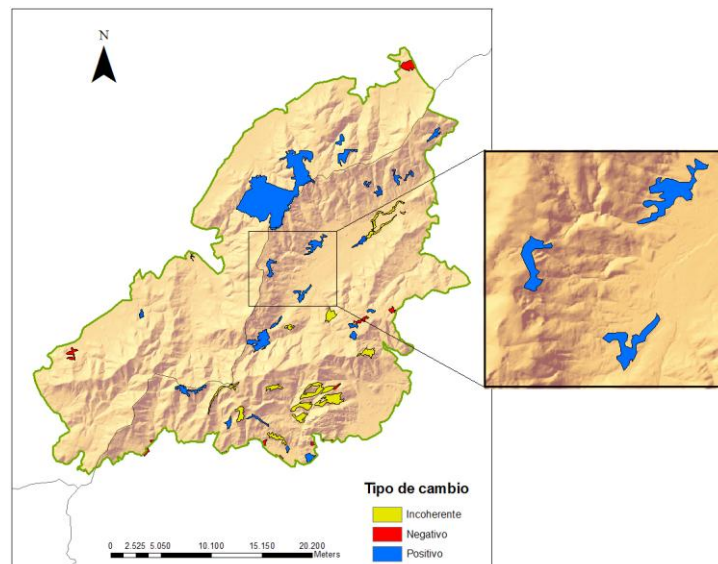


Figura 28. Situación del grupo de tres polígonos de cambio positivo. Elaboración propia.

Los cambios de los polígonos son de Pastizales naturales a Matorral boscoso de transición en los polígonos que se ven a la derecha y están situados en el valle, mientras que el polígono que se encuentra a la izquierda, está en la cima del macizo y presenta un cambio de Matorral esclerófilo a Matorral boscoso de transición. A continuación vemos los cambios minuciosamente:

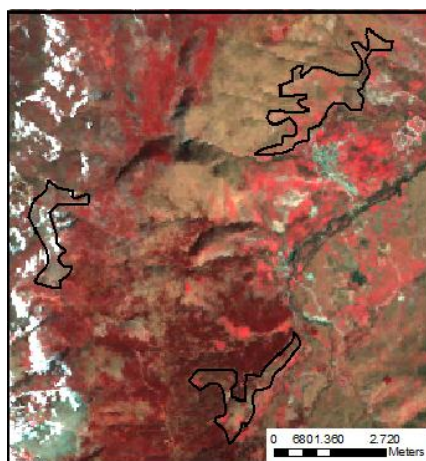
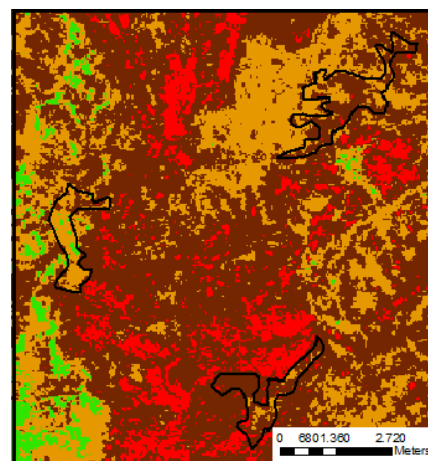


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI- Pseudocolor 1989

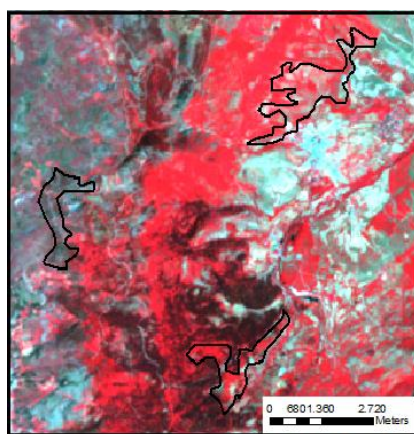
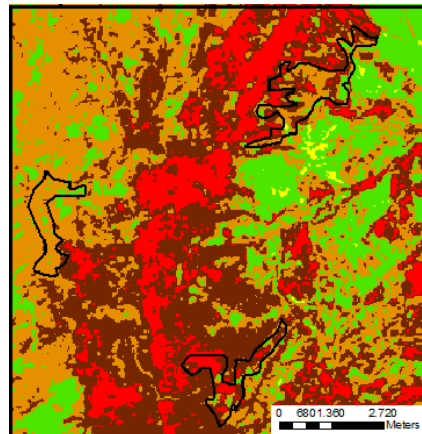


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 2000

Según nuestras imágenes de satélite, efectivamente, el cambio del oeste a pesar de no verse muy claro en la imagen de 1989 debido a la nieve y la altitud, parece que lo que indican las capas de usos del CORINE es certero presentando tonalidades de matorral en la imagen de 1989 en lo que se puede apreciar en la masa de vegetación donde no hay nieve y en el 2000 Matorral boscoso en transición, que observando la imagen Landsat , la vegetación presente, tiene un color bastante oscuro que lo indica.

En cuanto a los otros dos cambios de Pastizales a Matorral boscoso de transición , el polígono que se encuentra más al sur no parece ser pasto en 1989 como indican los valores del NDVI y los tonos de la imagen de satélite, que son los correspondientes a una masa de vegetación densa y bien formada. En lo que al polígono que se encuentra al noroeste se refiere, sucedel algo parecido, los valores del NDVI son muy altos para corresponderse con la clase de pastos.

Siguiendo hacia el sur, queda un grupo de cambios positivos en la parte que está más al sur de la zona, que se entremezclan con los cambios incoherentes analizados al principio. En la figura 29, vemos su distribución y forma:

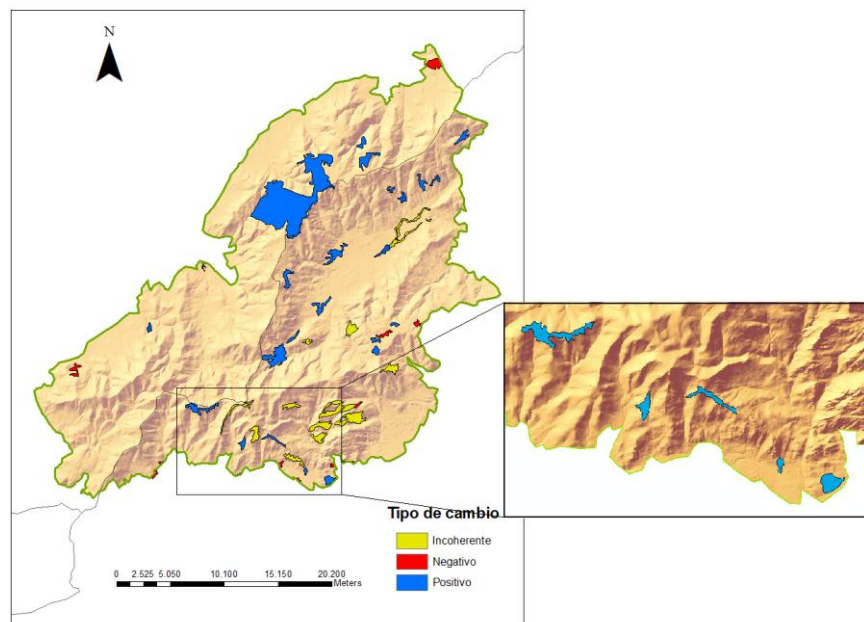


Figura 29. Situación de los cambios positivos que están al sur. Elaboración propia.

Los tres cambios que están situados más al oeste se encuentran en zonas altas y su clase de usos en 1990 se corresponde con la de Espacios con vegetación escasa, y en el año 2000, el que se encuentra más al oeste, con una forma irregular y alargada ha cambiado a Matorral boscoso de transición, mientras que los otros dos cambios son a la clase de Matorral esclerófilo.

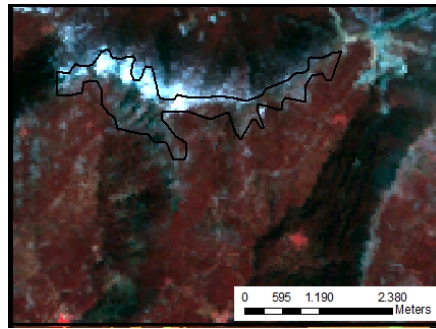
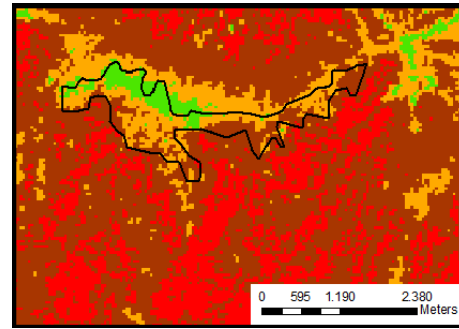


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI- Pseudocolor 1989

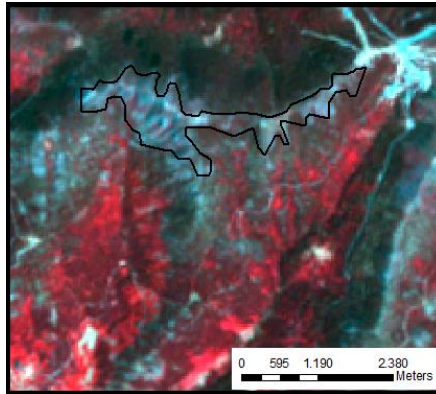
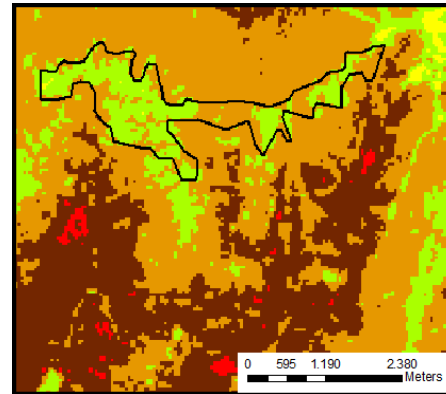


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 2000

Como podemos ver tanto en la imagen de satélite como en la que nos muestra los valores del índice NDVI, la zona que abarca el polígono no presenta mucha cantidad de vegetación en ninguna de las dos fechas. Al ser la cima de varias montañas, es lógico que sea zonas con vegetación escasa, por la presencia de piedras y la altitud, de hecho en la imagen de 1989 está cubierta de nieve. A pesar de que en las estaciones cálidas, como es el caso de la imagen del 2000, se pueda desarrollar más vegetación, sigue siendo una zona con poca vegetación, como muestra el bajo valor del índice NDVI. Con lo que en mi opinión, esto no sería un cambio.

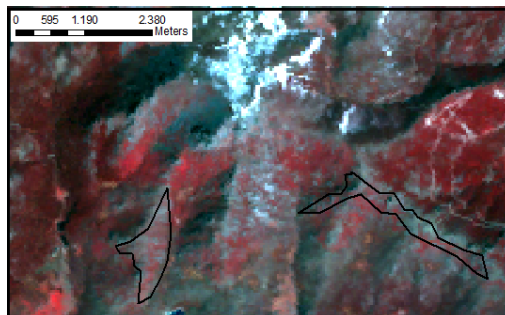
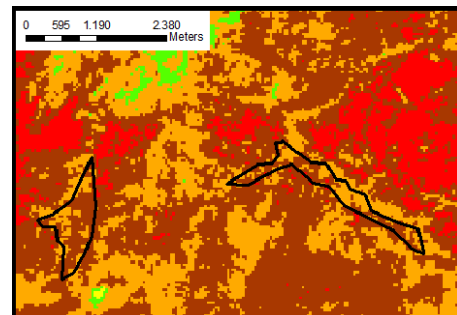


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 1989

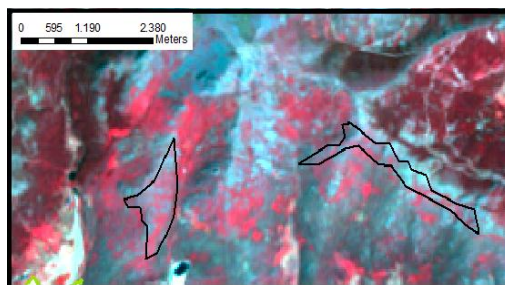
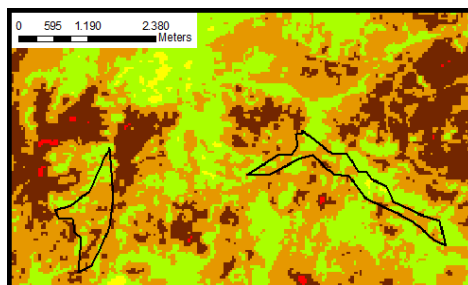


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 2000

En lo que a los otros dos cambios se refiere, si observamos las imágenes, es exactamente el mismo caso que en el polígono analizado anteriormente. En este caso parece que existe más densidad de vegetación, aunque no ha cambiado de 1989 al año 2000, por lo que existe presencia de matorral en esa zona pero no ha sido un cambio.

Después de haber visto los tres cambios que se encuentran a la izquierda dentro de este grupo de cambios positivos, nos queda ver que sucede con los dos cambios que están a la derecha, que se encuentran en una zona más llana y han sufrido un cambio de Pastizales naturales a Matorrales esclerófilos. El resultado es el siguiente:

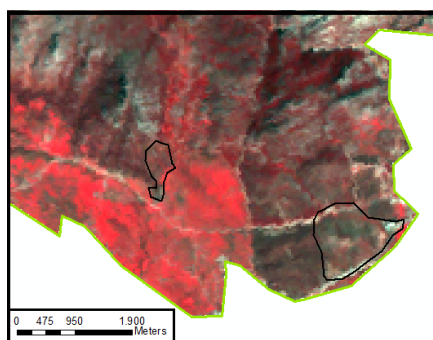
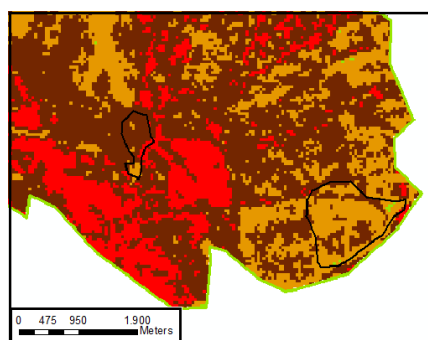


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 1989

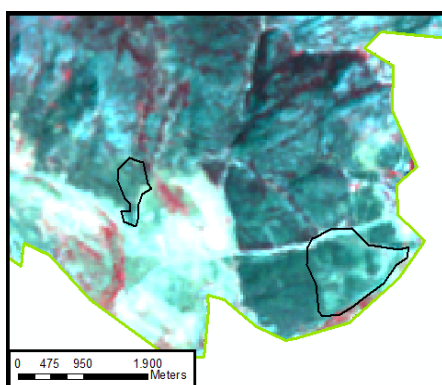
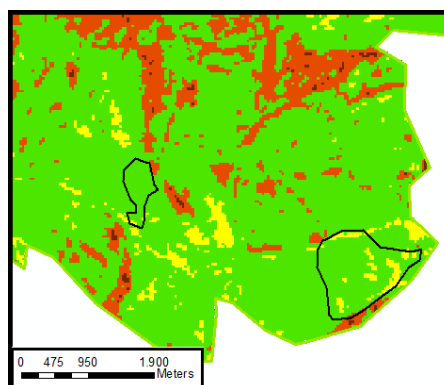


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 2000

Observando los resultados con las imágenes disponibles, en 1989 los polígonos forman parte de una masa de vegetación que presenta una reflectancia bastante oscura, lo que indica que debe ser matorral, incluso puede parecer matorral boscoso de transición. Esta masa colinda con una zona que en invierno presenta vegetación y en verano esta seca o es inexistente, con lo que pueden ser pastos o haber sido talada. De todas formas el tipo de vegetación del que forman parte los polígonos de cambio parece no variar entre las imágenes de 1989 y 2000 si nos fijamos en las imágenes de satélite, sin embargo los valores del índice NDVI del año 2000, indican un valor menor a cero, que indica poca presencia de vegetación. Este hecho nos impide asegurar una regeneración en esta zona.

El siguiente grupo de cambios que aún no ha sido estudiado, se sitúa al norte de la Cuerda Larga a la altura del pico de La Najarra, se han analizado todos juntos a pesar de ser positivos y negativos por estar en la misma zona y ser más sencillo de esta forma analizar la dinámica de una determinada área. Además los tres polígonos de cambio positivo se corresponden con el cambio de Matorrales esclerófilos a Bosques de coníferas. Y los cambios negativos han pasado los dos a Pastizales naturales, uno de los cambios de Bosques de coníferas (forma más redondeada) y el otro de Matorrales esclerófilos (el más alargado). En la Figura 30 vemos la situación exacta de los cambios:

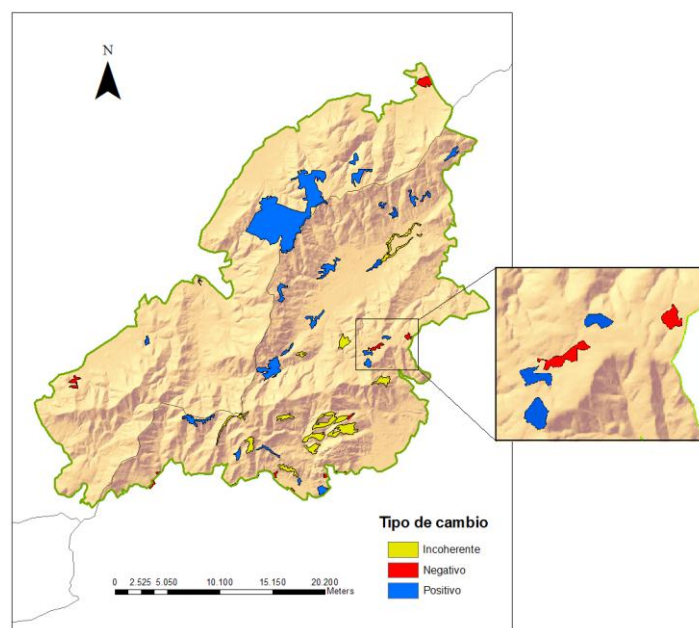


Figura 30. Situación del grupo de cambios al norte de la Najarra. Elaboración propia.

A continuación, analizamos los cambios con las imágenes de satélite:

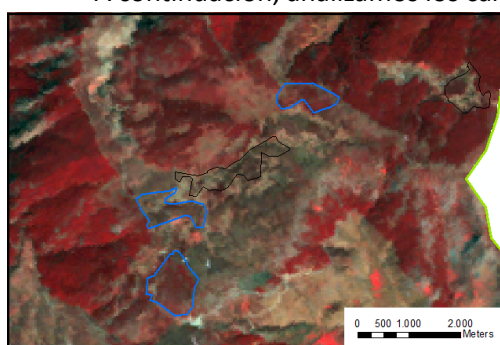
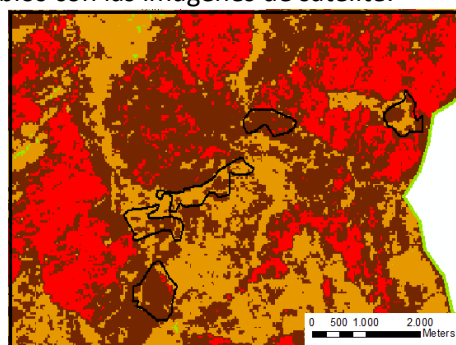


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 1989

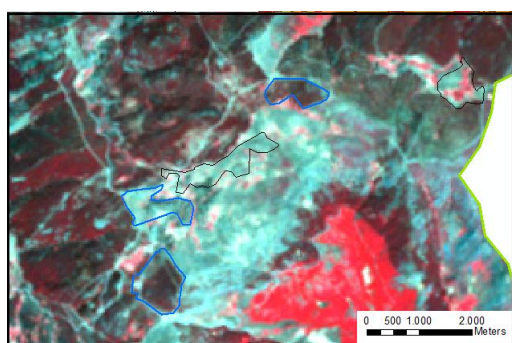
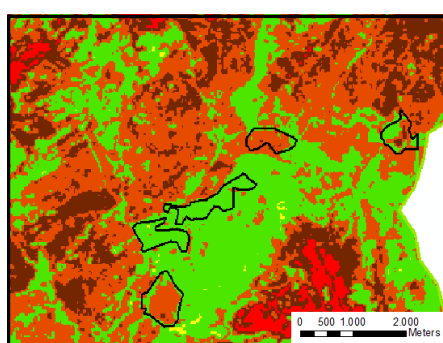


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 2000

En primer lugar nos fijamos en los cambios positivos, de Matorrales esclerófilos a Bosques de coníferas. Los cambios positivos que se encuentran en los extremos coinciden perfectamente con este cambio, mientras que el que se encuentra en el centro no. Es complicado encontrar una explicación a este error ya que en nuestra imagen de 2000 se ve claramente que es suelo con poca vegetación, aún más parece presentar más vegetación en el año 1989, con lo que puede ser que sea vegetación frondosa que en verano no se aprecia o que la masa de vegetación haya sido talada en el momento de la toma de nuestra imagen pero no en las utilizadas por el fotointérprete.

En cuanto a los cambios negativos, el polígono que presenta una forma más redondeada que se encuentra muy cerca del límite del parque, es un cambio de Bosques de coníferas a Pastizales, como se puede apreciar en la parte oeste del polígono. El cambio que tiene una forma alargada que pasa de Matorrales esclerófilos a Pastizales naturales, se ve perfectamente, tanto en las imágenes de satélite, vemos los colores de reflectancia como en las que presentan el valor del NDVI que es muy alto en 1989 y muy bajo en el año 2000. Cabe señalar, aunque no es de la incumbencia de este proyecto, que la clase correcta en este caso sería Prados y no Pastizales, ya que son zonas tratadas por el hombre y no vegetación que resulta de la orografía.

Aproximadamente a la misma altura pero en el extremo oeste de la zona, se encuentra un par de cambios, aislados que son uno positivo y otro negativo, son los dos únicos cambios que se encuentran en esta zona como podemos observar en la Figura 31. Se encuentran al este del pinar de Valsaín en una zona llana. El positivo es un cambio de Pastizal natural a Bosque de coníferas y el negativo de Bosque de coníferas a Matorral boscoso de transición.

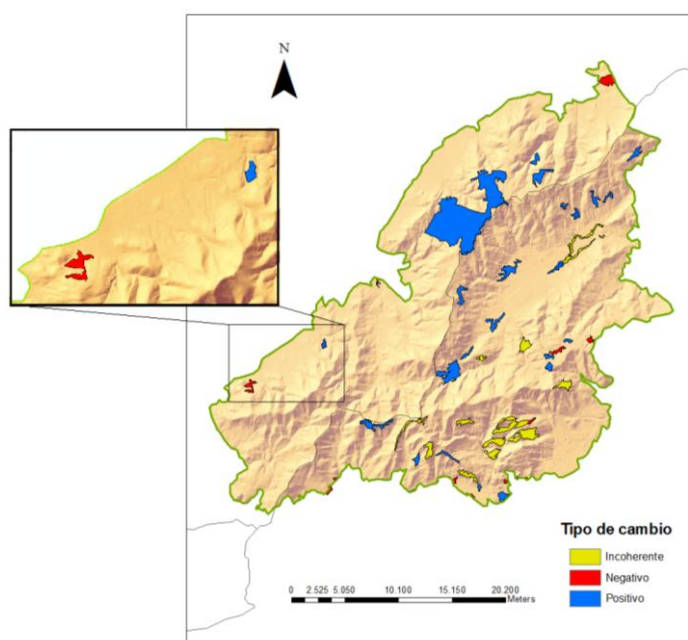


Figura 31. Situación del par de cambios al este del pinar de Valsaín. Elaboración propia.

En las siguientes imágenes vemos la reflectancia en las imágenes de satélite y el valor del índice NDVI:

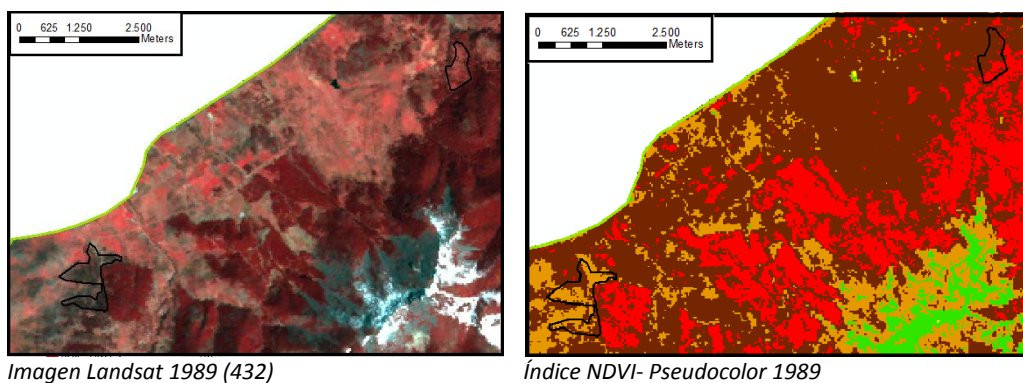
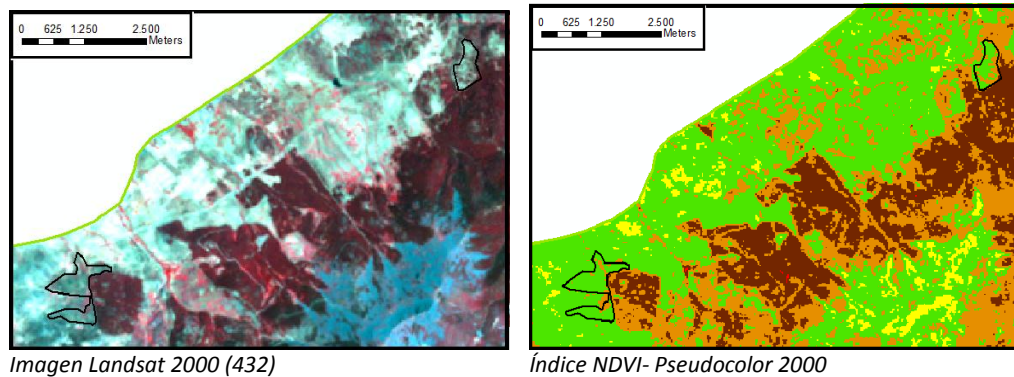


Imagen Landsat 1989 (432)

Índice NDVI- Pseudocolor 1989



Como podemos observar en lo que al cambio positivo se refiere, que pasa de Pastizal a Bosque de coníferas, a pesar de estar al lado de una masa de bosque, la vegetación presente en el polígono no sufre ningún cambio. Con respecto al cambio negativos que en 1990 está identificado con un uso de Bosque de coníferas y en 2000 como Matorral boscoso en transición, según las imágenes de las que disponemos, se ve claramente que en el año 1989 no presentan la misma tonalidad que el bosque de coníferas sino de matorral, sin embargo si parece haber sufrido una degradación ya que el valor del NDVI en el año 2000 es bajo.

Hemos analizado anteriormente la mayoría de los cambios incoherentes que existen en la zona. A continuación veremos el resto de cambios incoherentes que existen en la zona que se distribuyen en dos grupos, uno de ellos situado en el límite oeste de la zona, donde la clase de los polígonos ha cambiado de clases de vegetación a Lámina de agua y el otro en la zona del embalse, cambio de Roquedos a Láminas de agua.

En primer lugar analizamos la Lámina de agua que aparece más al oeste. Se tratan de polígonos de Bosques de frondosas, Matorral boscoso de transición y Pastizales naturales que pasan a Láminas de agua, se ha considerado un cambio incoherente debido a poder ser un error por inundaciones, crecidas de algún cuerpo de agua o un cambio como efectivamente indica de vegetación a láminas de agua. Además al ser una superficie pequeña limitada por el límite del área, como vemos en la Figura 32, es complicado saber a qué se refiere.

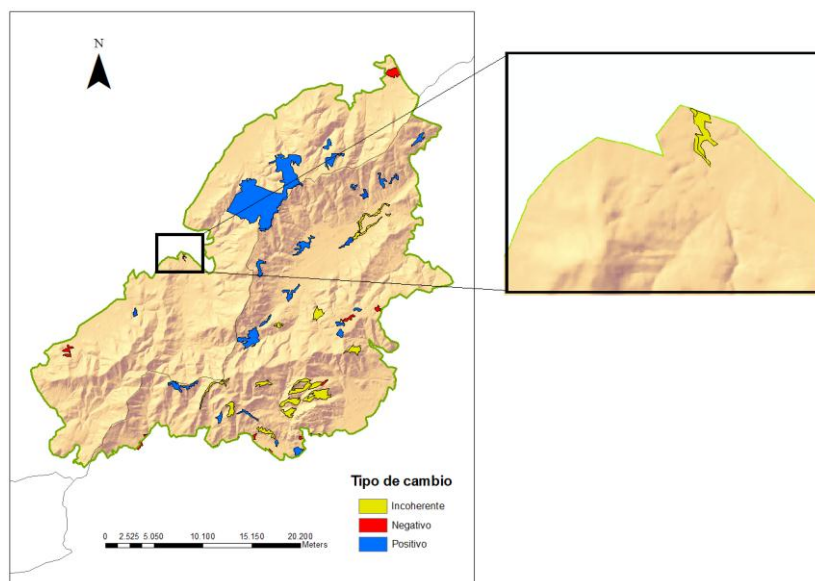
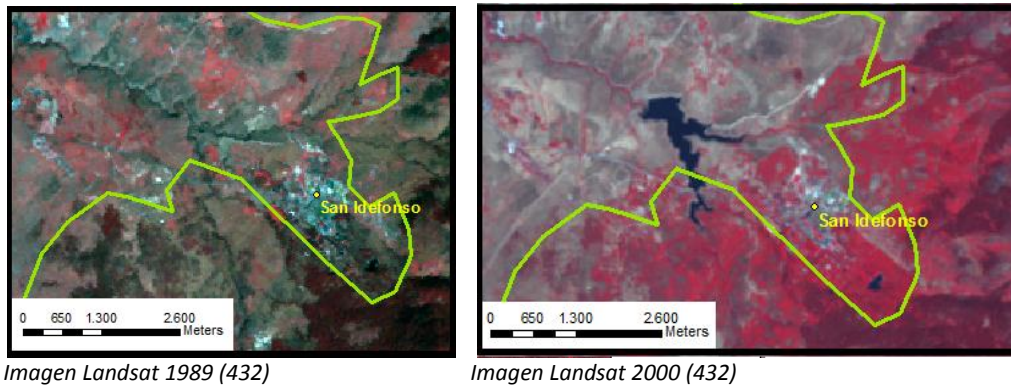


Figura32. Situación de un grupo de cambios incoherentes en el límite oeste. Elaboración propia.

Para determinar qué ha pasado en esta zona basta con ver las imágenes de satélite:



Como podemos observar, esta lámina de agua forma parte de un embalse que tras haber recabado información averiguamos que se encuentra al oeste del núcleo de San Idefonso y se denomina el Embalse del Pontón alto, construido con el fin de abastecer a la ciudad de Segovia y otras localidades limítrofes, fue terminado en 1993, entre las dos fechas analizadas, con lo que este cambio no sería incoherente.

Desde el punto de vista ambiental es un cambio negativo, ya que un embalse, a pesar de ser necesario para el abastecimiento, es un uso antrópico y se altera el cauce del río así como de todo el ecosistema existente en su curso.

El otro grupo de cambios incoherentes sitúa en torno al embalse, como se ha mencionado, más concretamente en torno al embalse de Pinilla en el Valle de Lozoya como vemos en la Figura 33. Se trata de cambios de vegetación a láminas de agua, y zonas de roquedo a láminas de agua también, lo que resulta extraño, además de que la clase roquedo no tiene mucho sentido alrededor de un embalse.

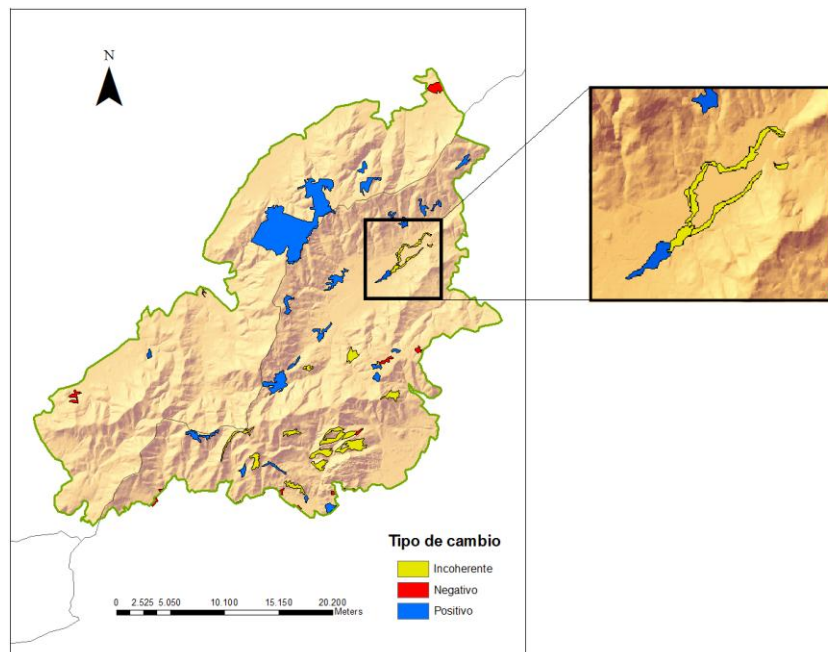
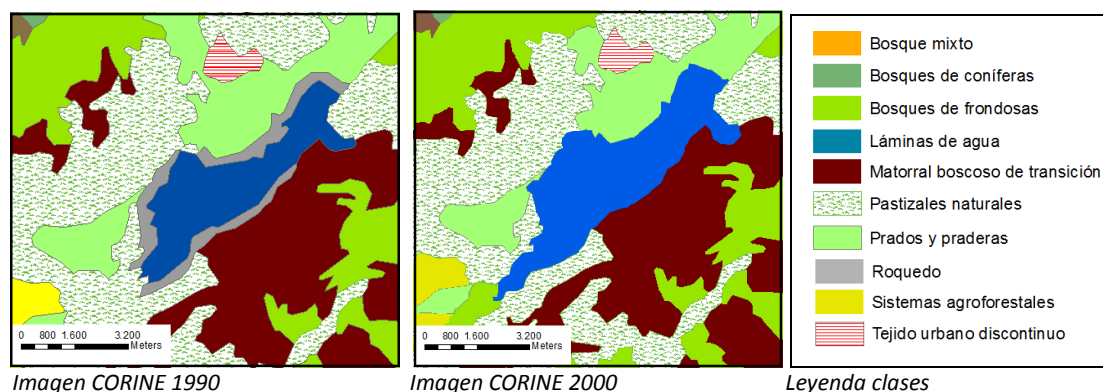
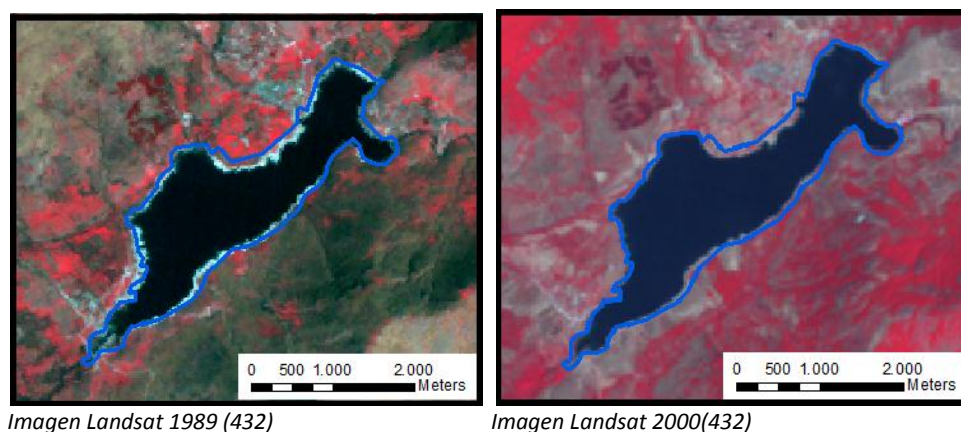


Figura33. Distribución de los cambios incoherentes en torno al embalse. Elaboración propia.

En primer lugar se ha visto la digitalización que se ha llevado a cabo en el proyecto CORINE, de la zona en los dos años, 1990 y 2000. Es la siguiente:



Como podemos observar la digitalización de roquedo alrededor del embalse no tiene mucho sentido. Para buscar una explicación observamos las imágenes de satélite y se superpuesto el límite de la lámina de agua digitalizada en el año 2000:



Como vemos en las imágenes de satélite, el límite del embalse coincide, a grosso modo, con el de las dos imágenes, por lo tanto se trata de un error. La explicación más lógica que se ha buscado para esta digitalización al observar que no coincide con la imagen del año 1989 es que en la fecha en la que se realizó la digitalización, el embalse presentaba poco volumen de agua y las zonas del embalse sin agua se presentan de un color blanquecino como vemos en la imagen de 1989 pero en menor medida. Por lo tanto se trata de un error.

Tras haber analizado estos grupos de cambios incoherentes, quedan por ver solamente varios polígonos que representan un cambio negativo.

El polígono de mayor superficie que representa un cambio negativo, ocupa una superficie de 104,77 ha y pasa de la clase Matorral boscoso de transición a Zona quemada. Este cambio se ha clasificado como negativo por la pérdida de vegetación y siendo una zona quemada la consiguiente degradación que esto supone en el medio natural. Se encuentra en la parte más norte del límite del parque y en una zona llana, como se muestra en la Figura 34:

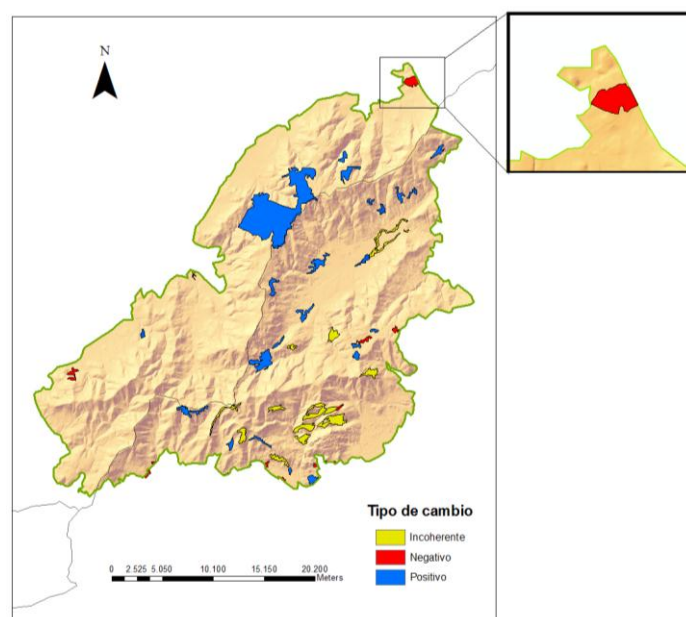


Figura34. Situación de cambio negativo zona quemada. Elaboración propia.

Para ver si realmente se ha producido este cambio y la consiguiente pérdida de vegetación se han visto las imágenes de satélite y el valor del índice NDVI:

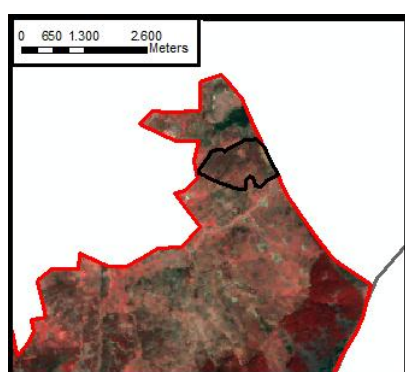
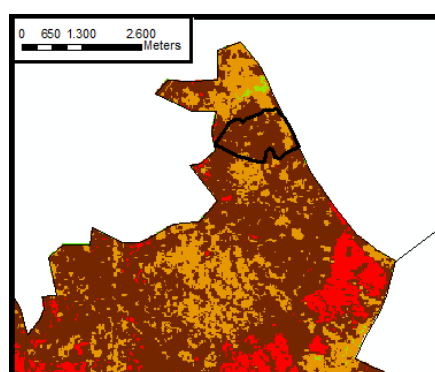


Imagen Landsat 1989 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 1989

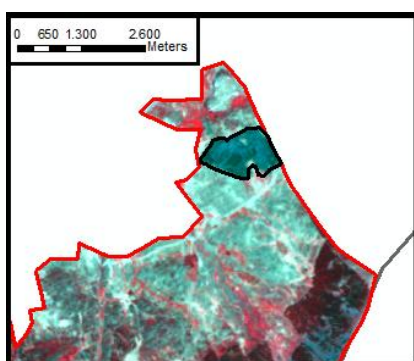
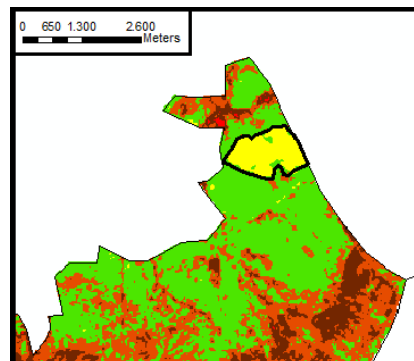


Imagen Landsat 2000 (432)



Índice NDVI-Pseudocolor 2000

En las imágenes se aprecia perfectamente este cambio ya que tanto en la imagen de satélite del año 2000, en la que el suelo desnudo presenta un color claramente diferente al terreno que lo rodea, como en la que representa el valor del índice NDVI, donde se ve perfectamente delimitada la zona con un valor menor al - 0,2 que indica ausencia de vegetación.

Tras haber buscado información, hemos visto como efectivamente se produjo un incendio el 3 de agosto de 2000 al lado del municipio de Gallegos (Segovia) a la vez que en Quilós (León) y en Higuera de las Dueñas (Ávila), que se corresponde con esta zona. De esta información deducimos que la imagen utilizada es posterior al mes de agosto, así como que se produjo poco antes de realizar la digitalización.

Para finalizar el análisis de los cambios producidos entre los años 1990 y 2000, se han estudiado los cambios negativos que se encuentran en el límite sur de la zona de estudio, cuya situación es la que se muestra en la Figura 35:

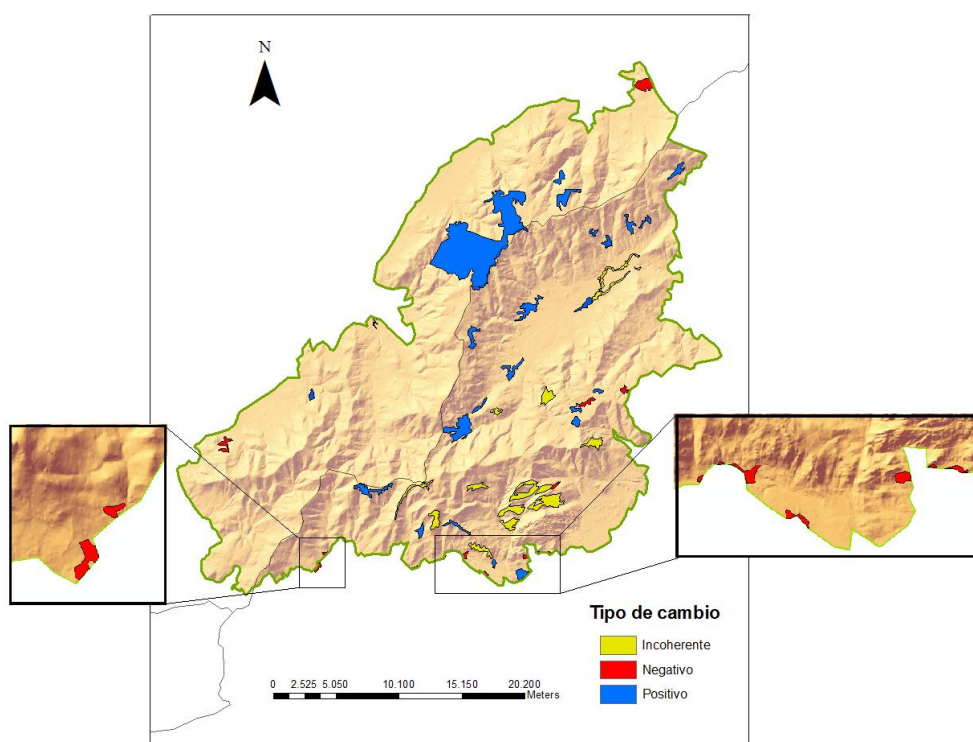


Figura 35. Situación de cambios negativos al sur de la zona de estudio. Elaboración propia.

Todos estos polígonos de cambio se corresponden con cambios urbanos que en el año 2000 se corresponden con la clase de Tejido urbano discontinuo y en 1990 clases de vegetación.

Se han visto los cambios por grupos de polígonos según su cercanía y en dirección de oeste a este. La combinación de bandas elegida ha sido 542, ya que la vegetación se muestra de un color verdoso y los núcleos urbanos de una tonalidad azul, debido a que la banda del visible se representa con el color azul. De esta forma es más sencillo distinguir las zonas de sellado y vegetación, aunque puede resultar una tarea complicada, a pesar de esto, debido a que la clase de Tejido urbano discontinuo suele presentar construcciones entremezcladas con vegetación.

Los dos primeros cambios parten de las clases Pastizales naturales y Matorrales esclerófilos, detalladamente son los siguientes:

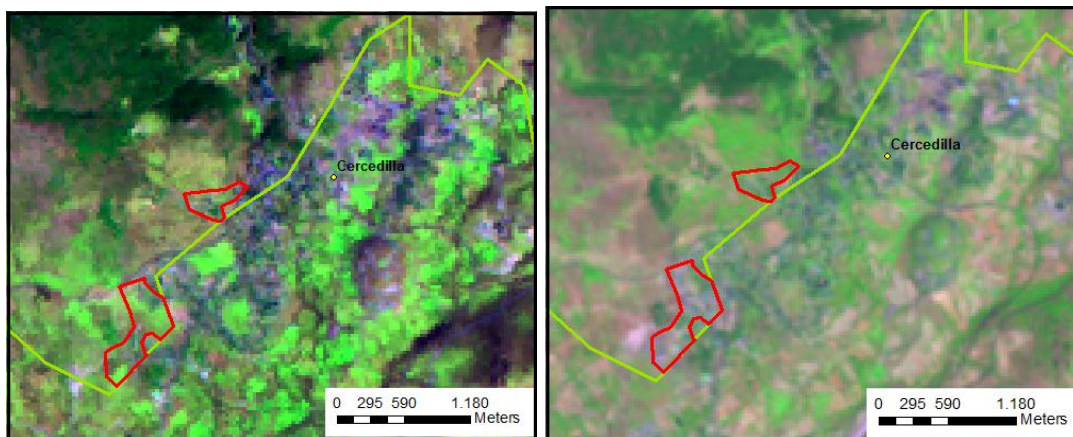


Imagen Landsat 1989 (542)

Imagen Landsat 2000 (542)

Estos cambios se sitúan muy cerca del núcleo urbano de Cercedilla, que ha aumentado su población de 4.420 en 1991 a 5.644 habitantes en el año 2000, con lo que este núcleo urbano puede haber aumentado su superficie debido a un aumento de población. En el polígono superior no se aprecia, sin embargo en el polígono más grande, se puede observar como en 1989 existe vegetación, mientras que en el año 2000 este polígono figura un color azul que se corresponde con sellado.

El siguiente par de cambios parte de las clases Sistemas agroforestales y Pastizales naturales y son cambios que se sitúan en los alrededores de las poblaciones de Mataelpino y El Boalo:

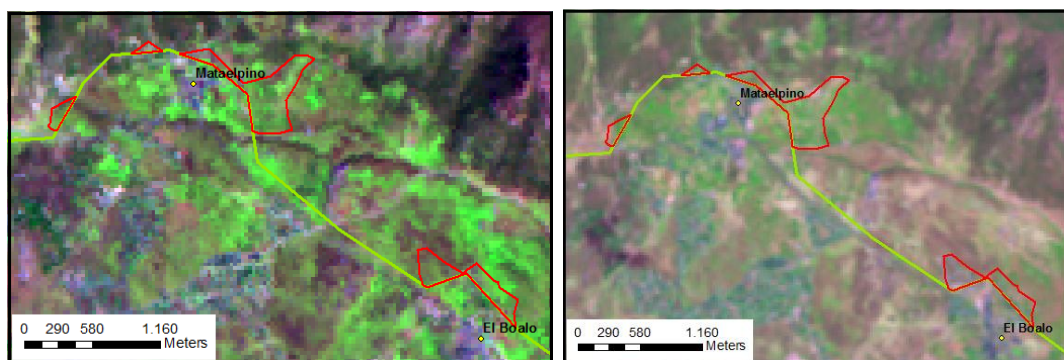


Imagen Landsat 1989 (542)

Imagen Landsat 2000 (542)

De la misma forma que en el caso anterior, podemos observar como en los polígonos de cambio en 1989 existe un color verdoso indicativo de la vegetación y en 2000 se aprecia una expansión de los núcleos con la consiguiente pérdida de vegetación, sobre todo en el polígono que se encuentra al norte de El Boalo.

En lo que al aumento de población se refiere, en el caso de El Boalo el número de habitantes aumenta de 1.688 en 1991 a 3.092 en el año 2001 mientras que Mataelpino, para el año 1991 no existen datos, hecho que puede ser debido a que perteneciera a otro núcleo urbano debido a sus reducidas dimensiones y en 2001 tenía 773 habitantes.

En cuanto a los últimos polígonos analizados, la categoría que indica las capas del CORINE es la de Matorral boscoso de transición:

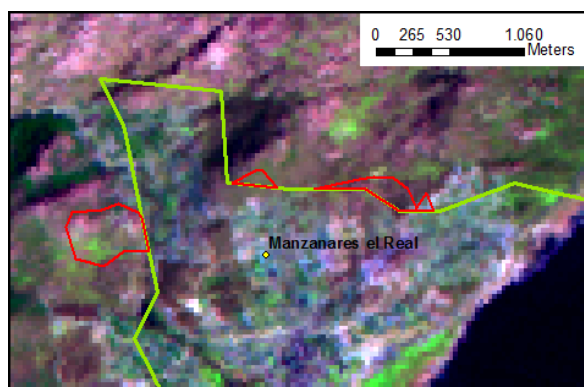


Imagen Landsat 1989 (542)

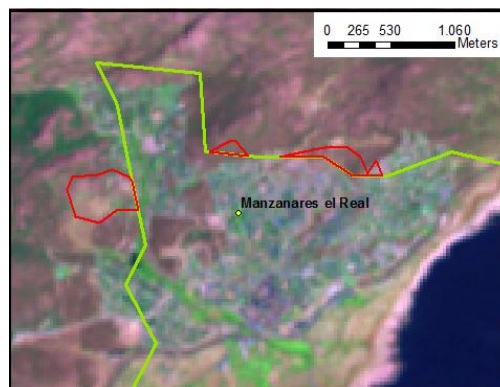


Imagen Landsat 2000 (542)

Estos cambios se encuentran situados cerca del núcleo de población de Manzanares el Real, en este caso no se aprecia claramente que haya habido una expansión en lo que a su área se refiere en las imágenes, pero su aumento de población entre los años 1991 y 2001 es de 2.334 a 3.842 habitantes.

6.2.2 Cambios entre los años 2000 y 2006

Tras haber analizado los cambios ocurridos entre el primer par de años, se procedió a examinar los ocurridos entre los años 2000 y 2006. Los resultados de esta capa de cambios son la Tabla 3 y el mapa de la Figura36:

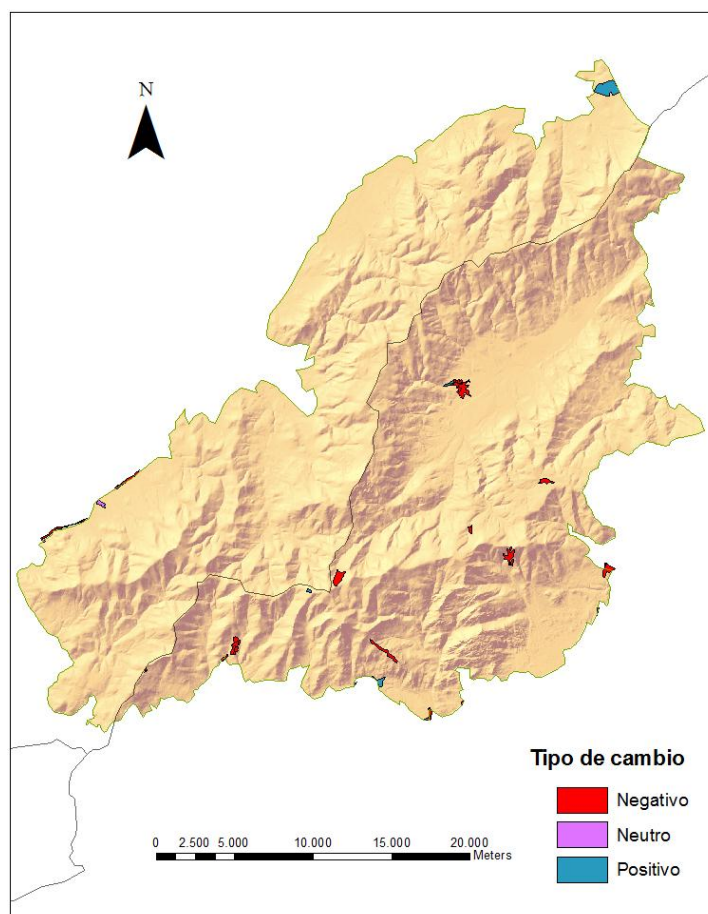


Figura36. Cambios entre 2000 y 2006. Elaboración propia

Si observamos el mapa de cambios entre los años 2000 y 2006, en diferencia con los anteriores podemos destacar que son en general cambios negativos, que se encuentran más dispersos, y que la superficie de los polígonos es menor, así como también más similar.

Tabla3: Datos sobre los cambios entre 2000 y 2006

CAMBIOS 2000-2006		ha	%	CATEGORIA
2000	2006			
Matorral boscoso de transición	Bosques de frondosas	10,09028473	2,018025822	P
Bosques de coníferas	Instalaciones deportivas y recreativas	41,09019686	8,217912626	N
Zonas quemadas	Matorral boscoso de transición	104,775534	20,95478361	P
Bosques de coníferas	Matorrales esclerófilos	78,89460651	15,77867795	N
Instalaciones deportivas y recreativas	Matorrales esclerófilos	3,681771244	0,736342892	P
Tejido urbano discontinuo	Matorrales esclerófilos	2,103274037	0,42064832	P
Matorral boscoso de transición	Pastizales naturales	18,09117258	3,618178712	N
Prados y praderas	Pastizales naturales	15,2390271	3,047758414	NE
Matorral boscoso de transición	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	5,62842947	1,125668533	N
Pastizales naturales	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	34,91011742	6,981915801	N
Prados y praderas	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	5,280465698	1,056076851	N
Tejido urbano discontinuo	Sistemas agroforestales	18,93797291	3,787536166	P
Matorral boscoso de transición	Tejido urbano continuo	3,974295298	0,794846801	N
Pastizales naturales	Tejido urbano continuo	15,02503432	3,004960518	N
Prados y praderas	Tejido urbano continuo	49,64590028	9,929026918	N
Bosques de coníferas	Tejido urbano discontinuo	8,717451911	1,743463492	N
Bosques de frondosas	Tejido urbano discontinuo	9,928925174	1,985754408	N
Matorrales esclerófilos	Tejido urbano discontinuo	10,70969613	2,141906191	N
Pastizales naturales	Tejido urbano discontinuo	16,21134188	3,242218371	N
Prados y praderas	Tejido urbano discontinuo	13,98759016	2,797474885	N
Sistemas agroforestales	Tejido urbano discontinuo	30,04746378	6,009400071	N
Pastizales naturales	Zonas en construcción	3,037160133	0,607422658	N

Se han marcado en negrita los valores que representan mayor porcentaje sobre el total: 20,95 %, 15,77 %, 9,92 % y 8,21 %.

Para el análisis de los cambios entre el año 2000 y 2006 se han utilizado, solamente las imágenes de satélite y un análisis visual, debido a que la mayoría de los cambios son de tipo urbano con lo que con las imágenes de satélite y las combinaciones de banda se pueden identificar. En este caso utilizamos la imagen Landsat del año 2000 del mes de agosto y para ver lo que está presente en el año 2006, la imagen SPOT5 que pertenece al mes de junio. Como en el caso anterior se han analizado los cambios que mayor porcentaje presentan y seguidamente se han analizado el resto, según la clase a la que cambia o por zonas y cercanía.

El primer cambio estudiado, es el que representa el mayor porcentaje sobre el total siendo el **20,95 %** y está catalogado como un cambio positivo. Se corresponde con las 104,77 ha que pasaron de Zonas quemadas a Matorral boscoso de transición que pertenecen al área quemada que entre los años 1990 y 2000 sufría un cambio inverso. Esta zona no aparece en la imagen SPOT5 del año 2005 que poseemos con lo que no podemos verificar el cambio pero tiene sentido ya que en seis años la zona se ha podido regenerar. Se ha considerado un cambio positivo por ser regeneración de la vegetación. Se encuentra situado al norte de la zona de estudio.

Los cambios de Bosques de coníferas a Matorrales esclerófilos representan un **15,77 %** de los cambios, siendo el segundo cambio más grande. Se ha considerado un cambio negativo porque es una involución en la sucesión de vegetación. Pertenece a más de un polígono de cambio en distintas zonas y se corresponde en todos los casos con zonas limítrofes entre masas de Bosques de coníferas y de Matorral esclerófilo. El mayor de los cambios se encuentra en la parte sur de Cuerda Larga.

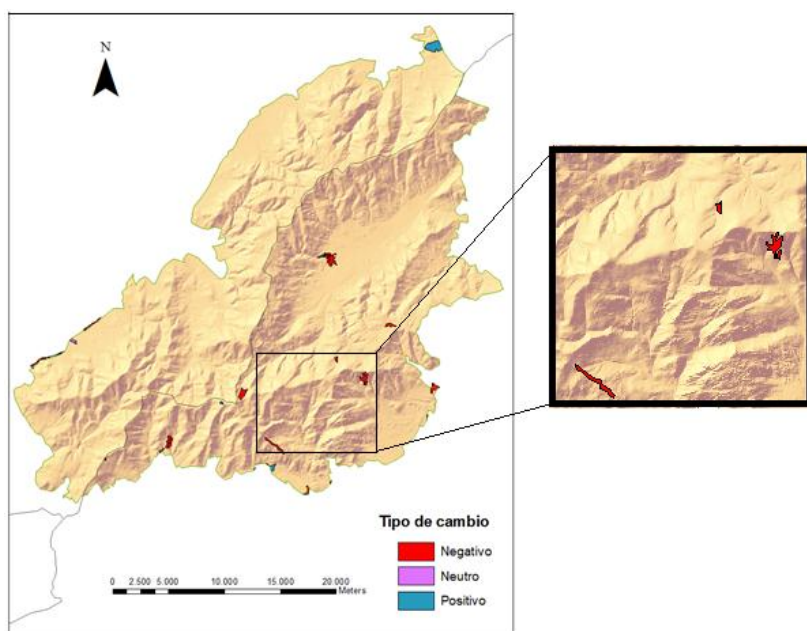


Figura 37. Situación de los polígonos que representan el 15,77%. Elaboración propia.

A continuación se han visto estos cambios más detalladamente en las imágenes de satélite correspondientes:

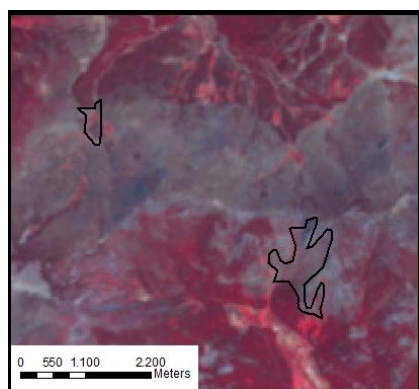


Imagen Landsat 2000 (432)

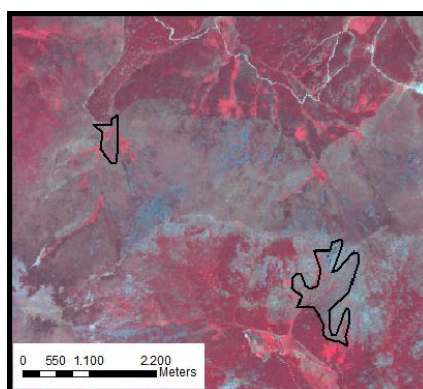
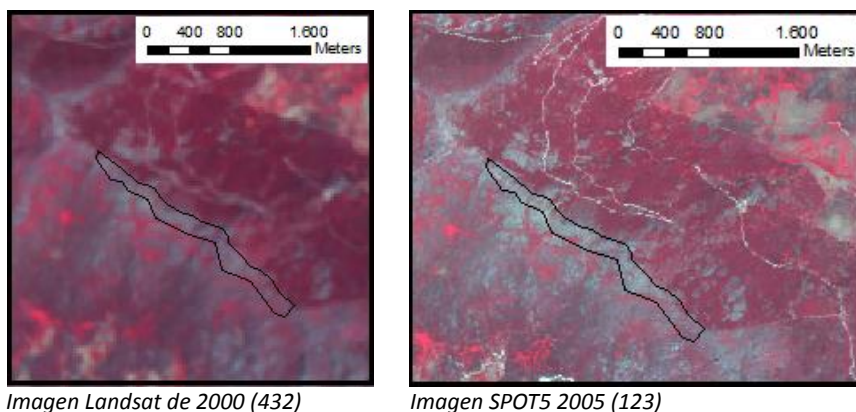


Imagen SPOT5 2005 (123)



Como podemos ver en las imágenes en ninguno de los polígonos se ha sucedido esta sucesión de bosque a matorral. En las dos imágenes disponibles parece haber lo mismo en las dos imágenes de los dos años, que podría ser matorral.

El cambio que representa el tercer lugar, **9,92 %**, se corresponde con 49 ha y se corresponde con el cambio de Prados y praderas a Tejido urbano continuo. Este cambio sumado al de Pastizales naturales y Matorral boscoso de transición a Tejido urbano también, suman en total 68,63 ha en cuatro polígonos han cambiado de clases de vegetación en el año 2000 a Tejido urbano continuo en 2006. Se corresponden con el núcleo urbano de Rascafría, situado en el valle de Lozoya como indica la Figura 38:

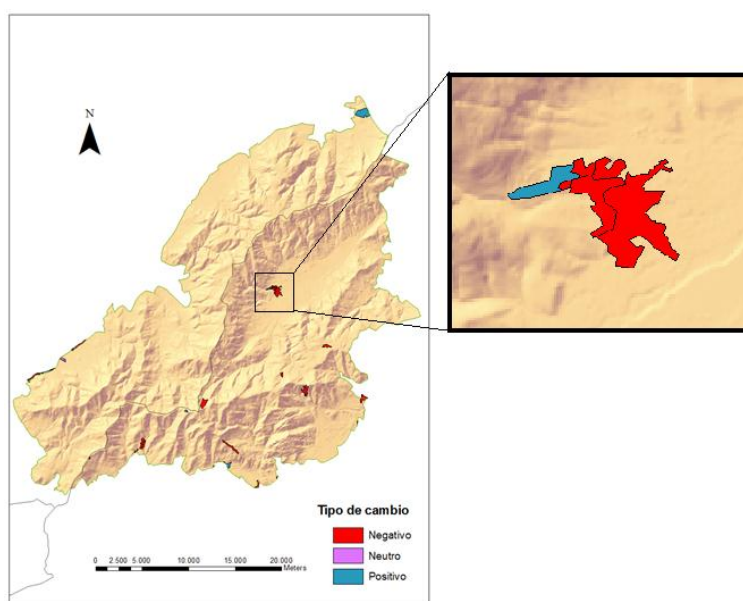


Figura38. Situación del cambio que representa el 9,92%. Elaboración propia.

Como el núcleo urbano de Rascafría no se encuentra presente en el año 2000 pero si en el 2006, se deduce que su superficie de ocupación ha aumentado entres estos dos años alcanzando así el área mínima de digitalización que son 25 ha y por tanto ha sido digitalizando. Para ver este cambio se ha utilizado la digitalización del núcleo de Rascafría, del año 2006, sobre las dos imágenes de satélite de 2000 y 2005:

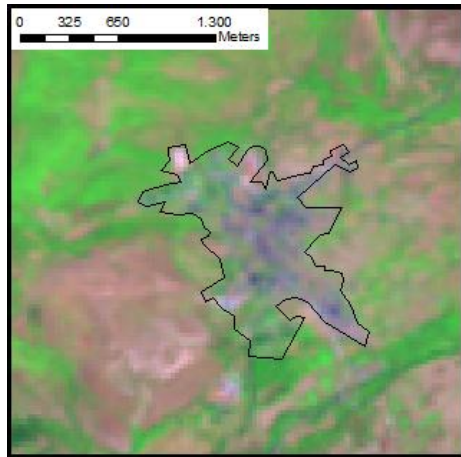


Imagen Landsat 2000 (542)

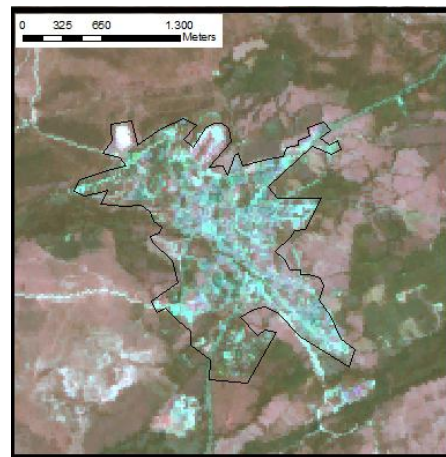


Imagen SPOT5 2005 (432)

Como vemos en las imágenes no parece ser que el núcleo de Rascafría haya aumentado en lo que a superficie se refiere. Respecto al número de habitantes, aumenta de 1615 a 1892, lo que es no es mucho, aunque puede haber más superficie de sellado a pesar de no estar los habitantes censados. Puede ser una omisión de digitalización debido a la resolución de la imagen.

Se ha analizado también el cambio positivo que se encuentra colindante a estos cambios que se corresponde con un cambio de Matorral boscoso de transición a Bosques de Frondosas, que es un cambio positivo:

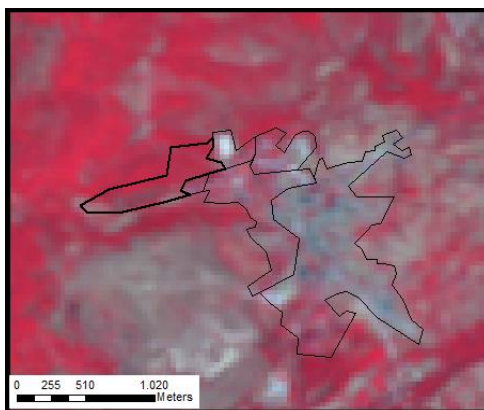


Imagen Landsat 2000 (432)

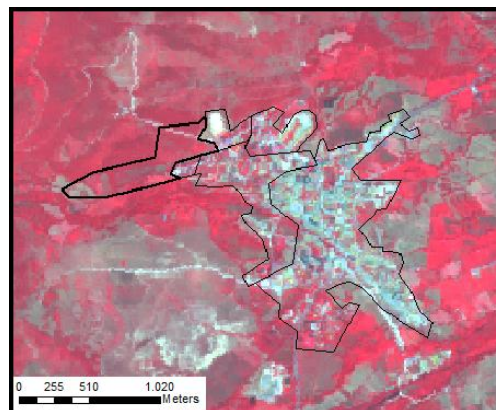


Imagen SPOT5 2005 (123)

Como podemos observar la vegetación dentro del polígono no parece haber cambiado.

El cambio que representa el **8,21 %** es el cuarto más grande y se corresponde con 41,09 ha. Es un cambio de Bosques de coníferas a Instalaciones deportivas y recreativas, es un cambio negativo:

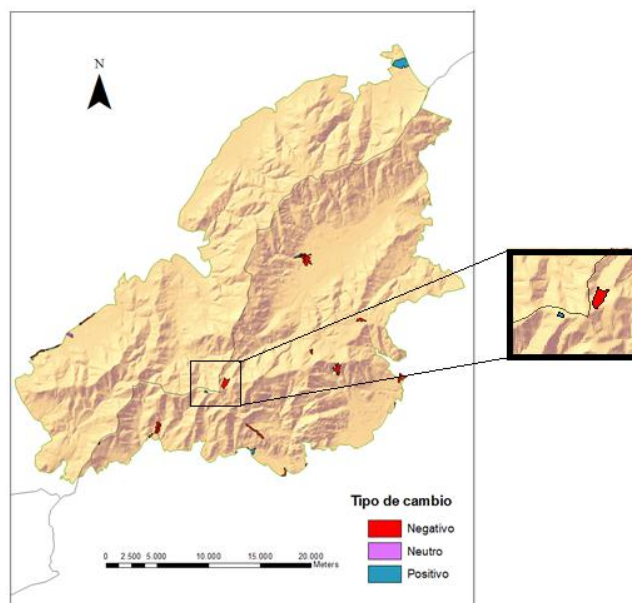


Figura 39. Situación del cambio que representa el 8,21 %. Elaboración propia.

La zona de los cambios se corresponde con la estación de Valdesquí. Se ha analizado también por estar en la misma zona y por tener la misma clase pero en distinto año, ya que el cambio positivo se corresponde con un cambio de Instalaciones deportivas y recreativas a Matorrales esclerófilos. Se han visto los cambios con las imágenes de satélite correspondientes:

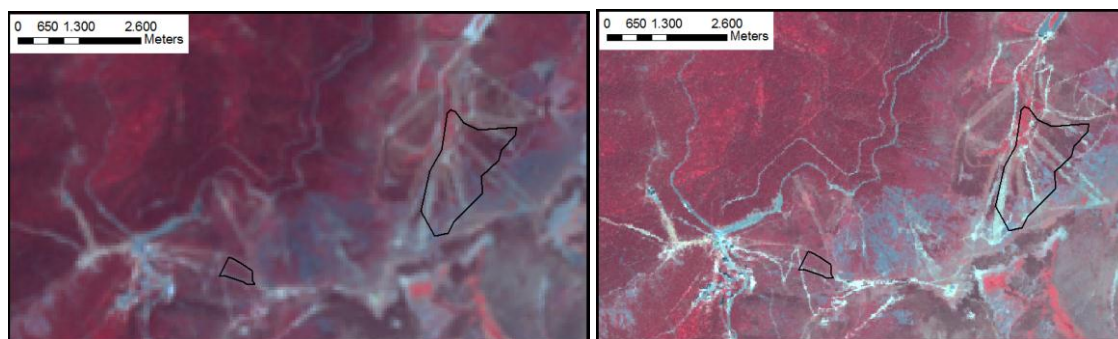


Imagen Landsat 2000 (432)

Imagen SPOT5 de 2005 (432)

Si observamos las imágenes podemos comprobar que nada ha cambiado en el caso de las estaciones de esquí de la zona, ni se ha ampliado ni se ha desmantelado ninguna parte con lo que se trata de un error de digitalización.

En lo que se refiere a los cambios que pasan de diversas clases de vegetación (Bosques, Matorrales, Pastizales y Prados) a Tejido urbano discontinuo se dividen en tres grupos diferentes cuya situación es la siguiente:

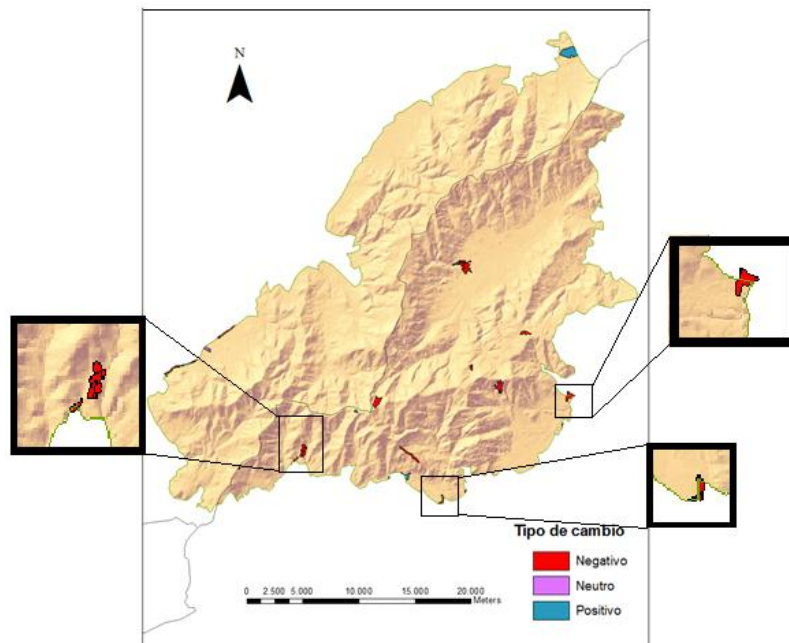


Figura40. Situación de los cambios a Tejido urbano discontinuo. Elaboración propia

Se ha analizado detalladamente estos tres grupos de cambio con las imágenes de satélite:

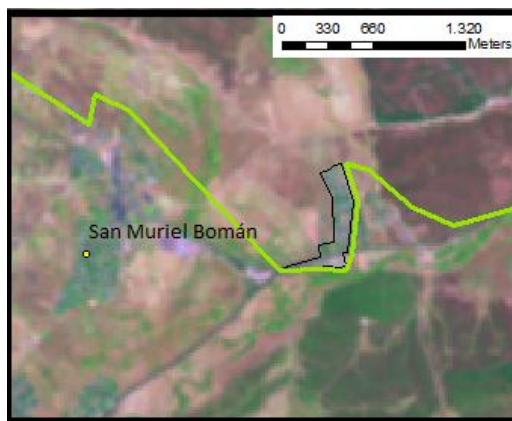


Imagen Landsat 2000 (542)

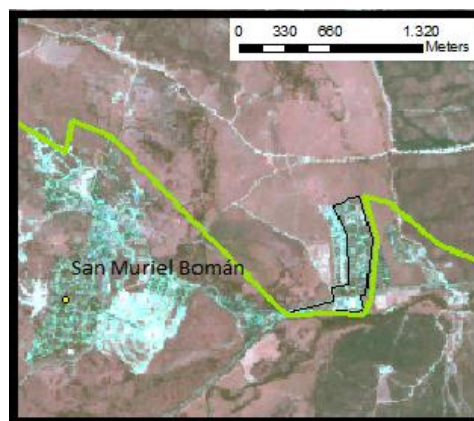


Imagen SPOT5 2005 (432)

El núcleo de San Muriel Bomán ha aumentado en lo que a población se refiere de 39 a 50 habitantes. En el año 2000, la categoría del polígono era Pastizales naturales, aunque según las imágenes no parece que haya cambiado nada.

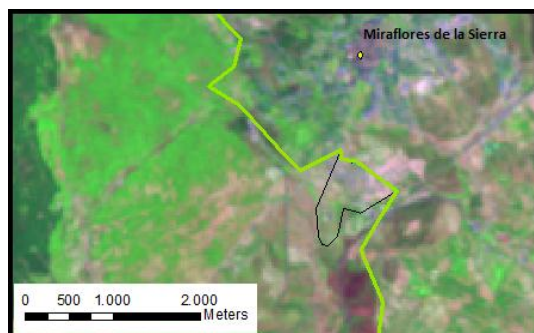


Imagen Landsat 2000 (542)

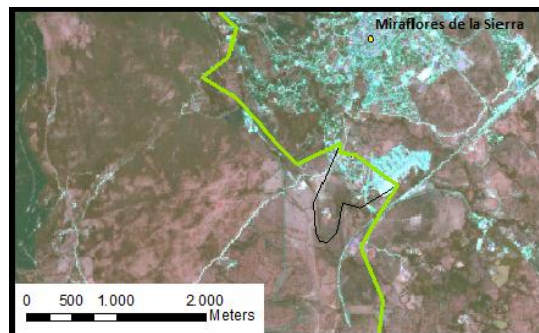


Imagen SPOT5 2005 (432)

En lo que a Miraflores de la Sierra se refiere el aumento de habitantes entre los años 2000 y 2006 ha pasado de 3.678 a 5.344, lo que si supone un gran aumento. El polígono de cambio en el año 2000 presentaba la categoría de sistemas agroforestales. En este caso si se aprecia como el núcleo urbano ha aumentado hacia el sur.

La mayor superficie de este cambio se corresponde con el núcleo de Camorritos que son 43,34 ha, a pesar del que el aumento de población en este núcleo ha sido de 50 a 56. Hay que tener en cuenta que las cifras de población en estos núcleos no son muy fiables ya que estos pueblos al encontrarse tan cercanos a la ciudad de Madrid pueden existir viviendas de personas que viven en Madrid pero poseen una segunda residencia en estas poblaciones y no estarían empadronados en estas unidades poblacionales.

Este núcleo de población se ha digitalizado también en 2006 al haber alcanzado la unidad mínima de digitalización. A continuación analizamos las imágenes de satélite:

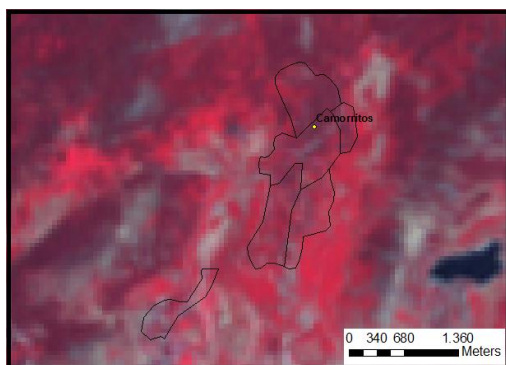


Imagen Landsat 2000 (432)

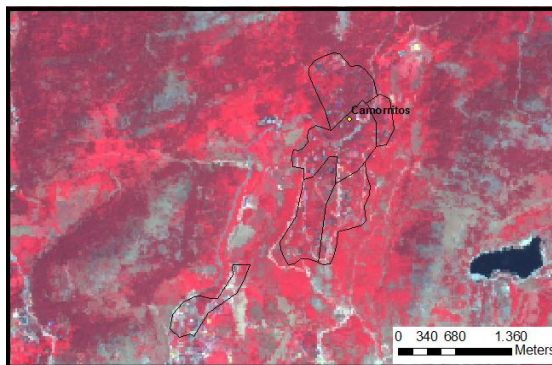


Imagen SPOT5 2005 (123)

Como vemos en las imágenes, la calidad y resolución de la imagen de 2000 es menor por lo tanto no podemos distinguir si se trata de una omisión de digitalización en el año 2000 o se trata realmente de un aumento en la superficie que ocupa el núcleo urbano.

Otro cambio que se ha sucedido entre este par de años es el de Pastizales naturales a Zonas en construcción que ocupa una extensión de 3,04 ha. Se encuentra situado en la parte este de la zona en el límite, como podemos observar en la Figura 41. A pesar de no representar una gran superficie, es importante estudiarlo, ya que como hemos visto anteriormente, en la superficie declarada como futuro parque nacional se ha evitado incluir estructuras antrópicas debido a las restricciones de esta figura de protección, pero en este proyecto es importante estudiarlo ya que se encuentra en las inmediaciones del parque y ejerce su efecto sobre este.

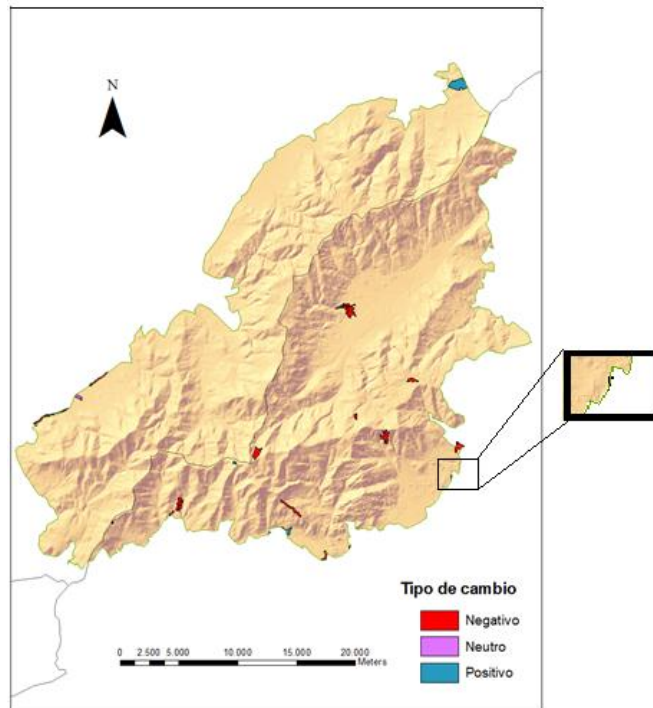


Figura41. Situación del cambio que pasa a Zonas en construcción. Elaboración propia

Vemos este cambio en las imágenes de satélite:

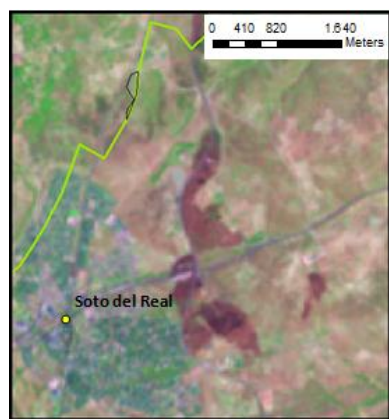


Imagen Landsat 2000 (542)

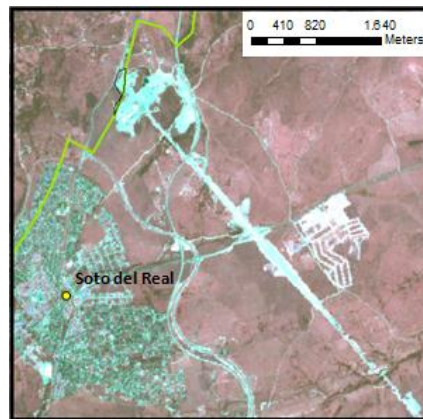


Imagen SPOT5 2005 (432)

Efectivamente, este cambio se ha producido, una parte de Pastizal se ha convertido en Zona en construcción, que presenta un color casi blanco que indica suelo desnudo, en este caso son excavaciones debido a las obras. Se trata de una estructura lineal.

Tras haber investigado sobre la zona en ese periodo de tiempo se ha averiguado que pertenece a una infraestructura de las obras de la línea férrea de alta velocidad (LAV) Madrid-Segovia-Valladolid. Su túnel ferroviario atraviesa la Sierra de Guadarrama desde Miraflores a Segovia. Las obras de esta línea comenzaron a finales del 2002 y finalizaron en el año 2007 (elcorreo.com, 22.12.2007). En la Figura42 podemos ver el trazado actual de esta línea y como atraviesa la zona de estudio de este a oeste lo que se puede considerar como un gran impacto.

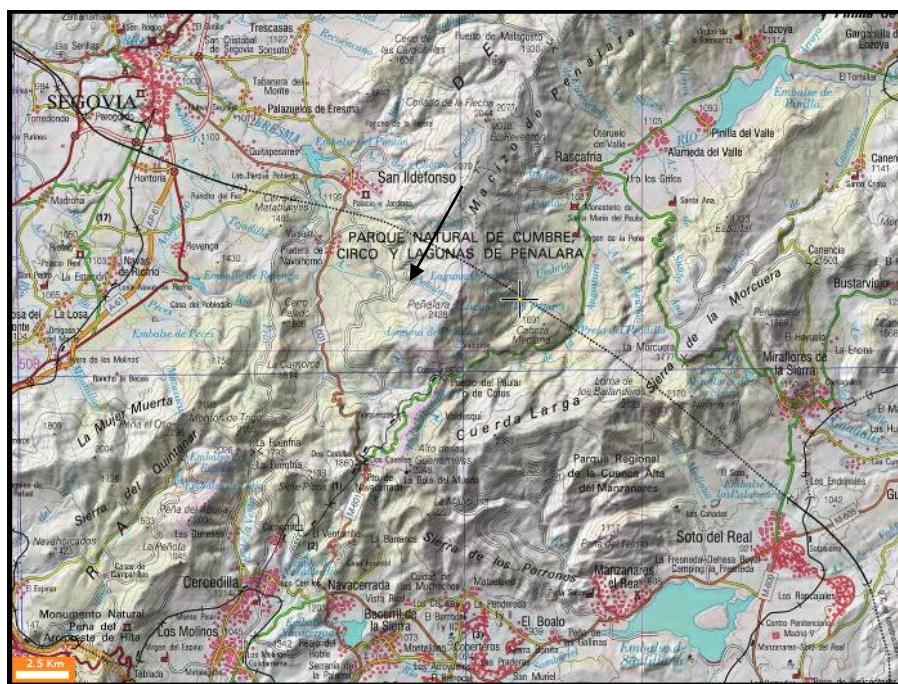


Figura42. Trazado de la línea de alta velocidad. Fuente: Visor SigPac

En cuanto a los cambios que en el 2006 han pasado a la clase de Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados partiendo de clases de vegetación en el año 2000, se sitúan en la parte oeste de la zona, en el límite, como vemos en la Figura 43. Estos cambios suman en total 45,81 has.

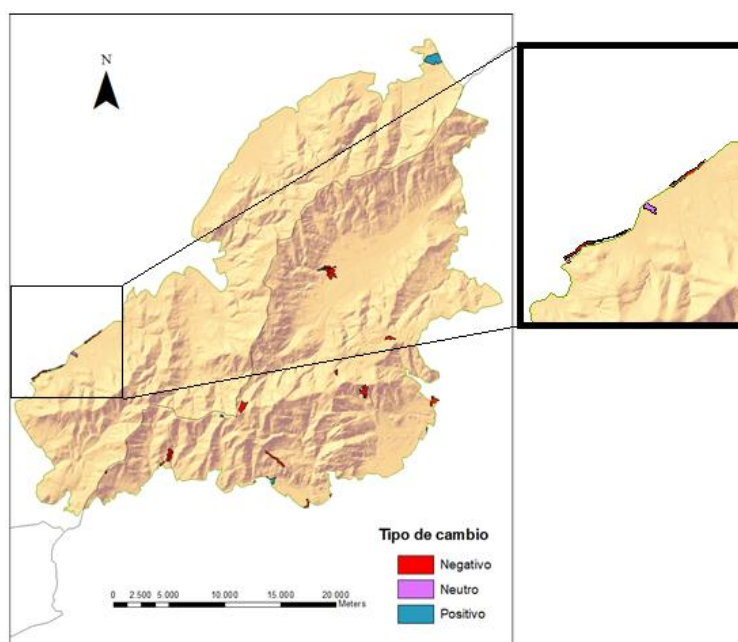


Figura43. Situación de los cambios que pasan a Infraestructuras. Elaboración propia.

Con el fin de averiguar de qué se trata observamos las imágenes de satélite:

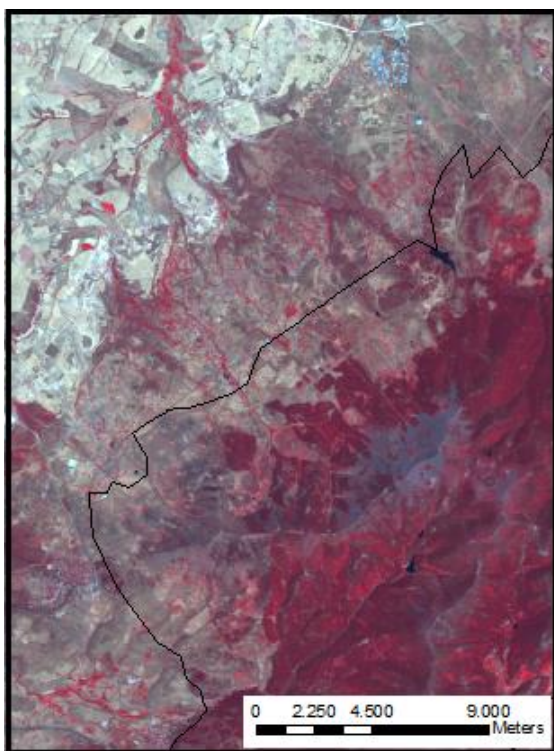


Imagen Landsat 2000 (432)

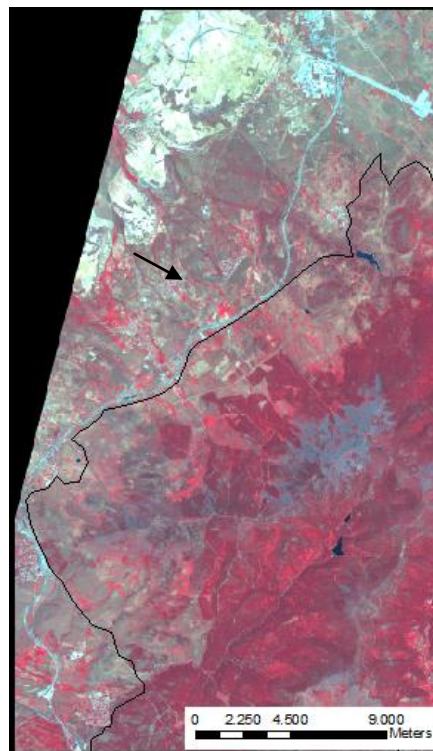


Imagen SPOT5 2005 (123)

Tras haber realizado una búsqueda sobre esta infraestructura, se ha determinado que esta estructura lineal se corresponde con la autopista A-61 que se encuentra entre Segovia y San Rafael, se comenzó a construir alrededor del año 2000 y se finalizó en el 2003 (albertis.com, 7.04.2003).

Se ha clasificado como un cambio negativo que además de impactar en el medio, es una barrera lineal para la fauna y una barrera en los ecosistemas que atraviesa de norte a sur la parte oeste del parque, con lo que aunque no cruza el parque es importante ya que está justo en el límite.

6.2.3 Cambios urbanos multitemporales en los límites del parque

En vista de los resultados y los cambios sufridos en los límites del parque, sobre todo entre los años 2000 y 2006, que son de origen urbano, se ha profundizado un poco más en los cambios urbanos que aunque no se encuentran dentro del parque se encuentran en el límite durante los tres años estudiados, así como también una análisis de la evolución en cuanto a cantidad de habitantes hasta la época actual.

Para ello se ha realizado un mapa en el que de una forma muy visual se puede observar como ha aumentado tanto el número como la superficie que ocupan los elementos antrópicos, núcleos urbanos e infraestructuras. Así como también se han confeccionado unas gráficas donde se ve la evolución del número de habitantes a lo largo de los años, basándonos en los datos de la tabla del ANEXO. A continuación vemos las gráficas resultantes:

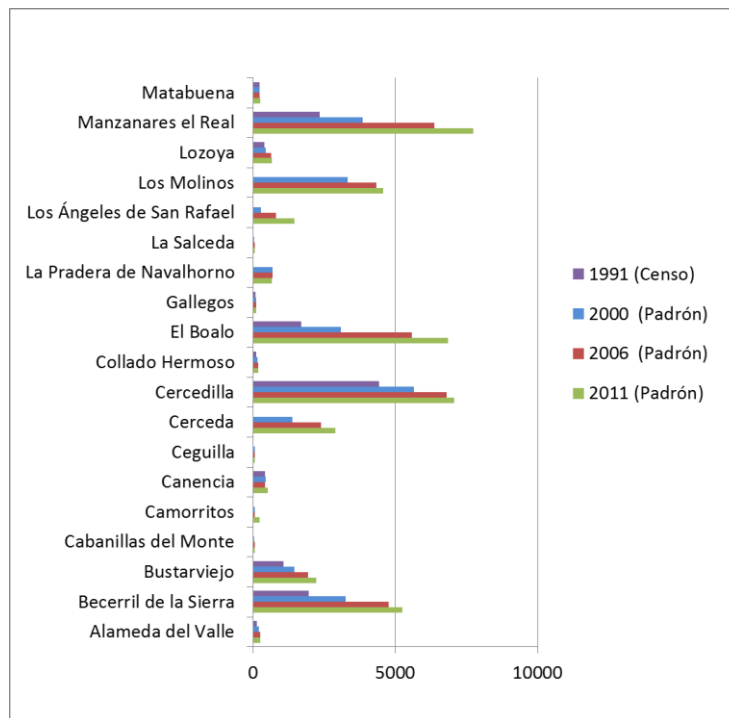


Figura44. Evolución del número de habitantes I. Elaboración propia

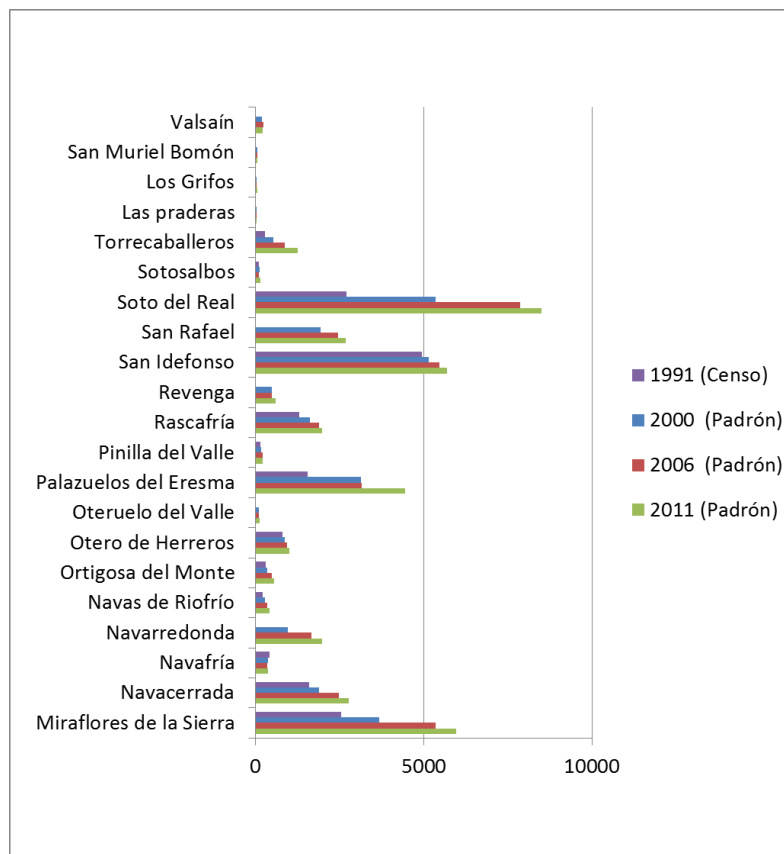


Figura 45. Evolución del número de habitantes II. Elaboración propia.

En estas gráficas vemos como en general, el número de habitantes de los núcleos urbanos que rodean el parque ha aumentado considerablemente entre los años 1991 y el

2006. El tramo entre 2006 y 2011 también se ha representado para ver como ha evolucionado el crecimiento de las poblaciones hasta la actualidad, y si nos fijamos en la barra verde que es la que representa el año 2011 podemos observar como muchos de ellos han crecido bastante en los últimos años.

En segundo lugar se ha elaborado un mapa en el que se han superpuesto las clases del CORINE de **índole urbana** de los tres años, 1990, 2000 y 2006, representadas en un color distinto para cada año, de la más actual a la más antigua, ya que se supone que la superficie de estos polígonos habrá aumentado con el paso del tiempo, y de esta forma podemos ver el aumento a lo largo de los años. Las clases del CORINE utilizadas para realizar el mapa fueron las siguientes: 111 Tejido urbano continuo, 112 Tejido urbano discontinuo, 122 Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados, incluyendo Autopistas, autovías y terrenos asociados, 133 Zonas en construcción, 141 Zonas verdes urbanas, 142 Instalaciones deportivas y recreativas, y el resultado es la Figura 46:

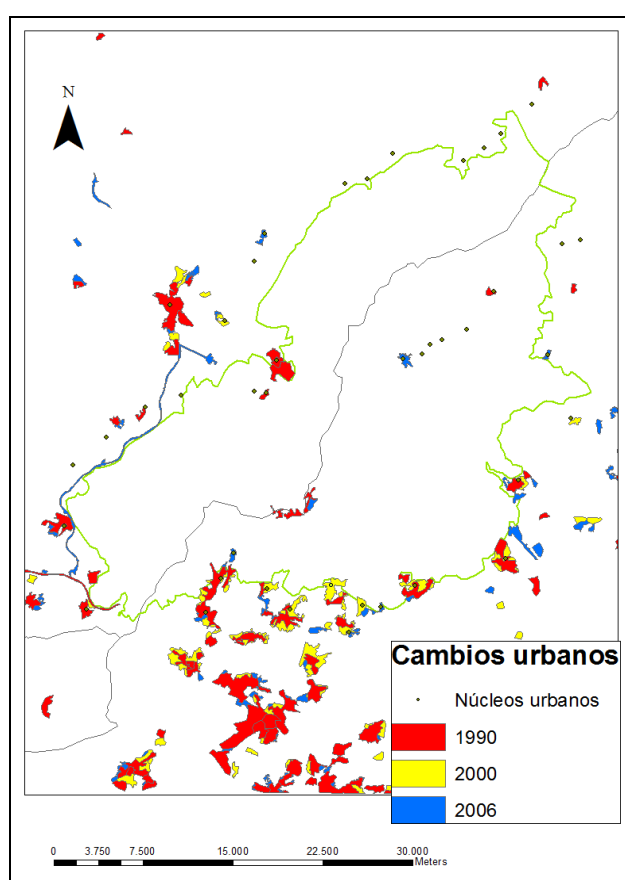


Figura 46. Evolución de los polígonos urbanos entre 1990 y 2006. Elaboración propia.

Si observamos la imagen y los colores presentes, observamos que tanto en el 2000, como en el 2006 han aumentado en superficie la mayoría de los núcleos urbanos que rodean el parque, pero en mayor medida entre los años 1990 y 2000, sin embargo entre los años 2000 y 2006 se han realizado las estructuras de tipo lineal.

7. CONCLUSIONES

Para finalizar este estudio se han extraído una serie de conclusiones a partir de los resultados obtenidos tras todo el análisis y de la información recabada.

En primer lugar, cabe destacar que se han identificado innumerables errores en la digitalización de las capas de uso del suelo del CORINE tomadas como base del estudio, así como también en los cambios que se extraen de estas capas ya que realmente no han sucedido. Este hecho ha dificultado enormemente la labor.

En lo que a los cambios entre los pares de fechas se refiere, destaca la gran diferencia de superficie de cambio presente, ya que entre los años 1990 y 2000 el área de los polígonos suma 5.191,434 hectáreas, mientras que entre los años 2000 y 2006 son un total de 500,007 hectáreas, lo que supone una superficie 10 veces mayor. A pesar de que el número de años entre el primer par son 10 mientras que en el segundo son 6, esta diferencia no es proporcional al número de hectáreas de cambio.

Otro aspecto importante que tras el análisis, se ha contemplado es que los cambios sucedidos entre los años 1990 y 2000, pertenecen la mayoría, a cambios entre distintas clases de vegetación, muchos de ellos clasificados como positivos por representar una regeneración de la vegetación, y unos pocos se corresponden con cambios de vegetación a estructuras antrópicas, que se encuentran en la parte sur de la zona, mientras que entre los años 2000 y 2006, la totalidad de los polígonos presentan un cambio de vegetación a núcleo urbano, infraestructura o zona en construcción siendo clasificados como negativos. Lo que indica que en los últimos años la zona ha estado muy marcada por el desarrollo y creación de estructuras antrópicas.

En cuanto a la dinámica de la zona de estudio, destaca que es una zona muy marcada por las actividades que se llevan a cabo en ella, especialmente por el aprovechamiento maderero que se realiza en las zonas de pinar que modifica sus manchas de vegetación a lo largo de los años, dejando en la zona sucesivamente espacios de suelo desnudo o escasa vegetación y zonas de regeneración vegetal. Así como también por el fuerte cambio que sufre derivado del cambio de estaciones a lo largo del año.

En lo que a la presión urbana se refiere, los límites del parque se encuentran muy influenciados por el crecimiento de los núcleos urbanos y la construcción de infraestructuras que de forma indirecta afectan también a la zona propiamente dicha. Tanto la línea de alta velocidad que atraviesa la zona, como la autopista que se encuentra al oeste de la zona son estructuras lineales que crean una barrera en el desarrollo y movimiento de la flora y la fauna.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1 Bibliografía

- TORNERO GÓMEZ, Jesús. *Los Montes de Valsaín*. O. A. Parques Nacionales. 2005.
- SENDARRUBIA, José María. *Guía de los Espacios Naturales de la Comunidad de Madrid*, Ediciones La Librería, Madrid, 2009. (422pag)
- RODRÍGUEZ LLANO, Juan Antonio. *Sierra de Guadarrama, Fauna y Flora*. Editorial Rueda S.L., Madrid, 2006 (241p)
- SMITH, Thomas M.; SMITH, Robert L. *Ecología*. 6ª Edición, 2006, Pearson Educación, S.A, Madrid, 2007

8.2 Páginas web

- <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>
- http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/lda/socioeconomico/presiones_usos.jsp
- <http://www.landcover.org/>
- <http://www.eea.europa.eu/publications/CORO-landcover>
- <http://www.fomento.gob.es>
- <http://www.sierranorte.com/reportajes/ficha.php?rut=22>
- http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/lda/pdfs/CORINE_Nomenclatura5.pdf
- <http://ww.madrid.org>
- <http://www.azcola.arrakis.es/WBS20.htm>
- <http://www.parquenaturalpenalara.org/parque-natural/informacion-general/legislacion.html>
- <http://www.magrama.gob.es>
- http://www.cadenaser.com/economia/articulo/concluye-perforacion-tuneles-ave-madrid-valladolid/csrrsreco/20050505csrrsreco_3/Tes
- <http://www.elcorreo.com/vizcaya/20071222/sociedad/zapatero-estrena-linea-cubre-200712221219.html>
- <http://www.abertis.com/noticias/el-ministro-de-fomento-inaugura-la-autopista-a-61-entre-san-rafael/var/lang/es/idm/140/idc/289/ano/2003/mes/4>
- <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

<http://grupoenebro.wordpress.com/2011/03/28/juan-luis-arsuaga-encabeza-una-peticion-para-ampliar-las-cumbres-del-futuro-parque-nacional-del-guadarrama/>

http://ccaa.elpais.com/ccaa/2012/06/06/madrid/1338973411_929349.html (06/jun/2012)

<http://www.fmm.es/portal/index.php/actividades/medio-ambiente/876-qel-futuro-parque-nacional-de-guadarrama-es-una-oportunidad>

8.3 Legislación

- España. Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres. Diario Oficial nº L 103, 25 de abril de 1979, p.1
- España. Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Diario Oficial nº L 206, 22 de Julio de 1992, p. 0007*
- España. Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Boletín Oficial del Estado, 28 de diciembre de 1995, núm. 310, p. 37310
- España. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado, 14 de diciembre de 2007, núm. 299, p. 51275
- España. Ley 6/1990, de 10 de mayo, de Declaración del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 15 de junio de 1990
- España. Ley 1/1985, de 23 de enero, del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 8 de febrero de 1985
- España. Decreto 178/2002, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara y su Área de Influencia Socioeconómica. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 19 de diciembre de 2002
- España. Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales. Boletín Oficial del Estado, 3 de abril de 2007, núm. 81
- España. Decreto 96/2009, de 18 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la ordenación de los recursos naturales de la Sierra de Guadarrama en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 14 de enero de 2010
- España. Decreto 4/2010, de 14 de enero, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural "Sierra de Guadarrama" (Segovia y Ávila). Boletín Oficial de Castilla y León nº 12/2010, 20 de enero de 2010